DEUTSCHE AKADEMIE



DISSERTATIONS
QUI ONT
REMPORTÉ LES PRIX ADJUGÉS
PAR
L'ACADÉMIE ROYALE
DES
SCIENCES
ET
BELLES-LETTRES DE PRUSSE
EN MDCCLXVI.

SUR LA NUTRITION
ET
SUR LA VIS D'ARCHIMEDE.



À BERLIN
CHEZ HAUDE ET SPENER,
Libraires du Roi & de l'Académie
MDCCLXVII.

DISSERTATION
SUR
LA NUTRITION,
QUI A
REMPORTÉ LE PRIX DE PHYSIQUE
DE
L'ACADÉMIE ROYALE
DES
SCIENCES ET BELLES-LETTRES,
RENVOYÉ À L'ANNÉE MDCCLXVI.

PAR M. DURADE,
Citoyen de Geneve.



À BERLIN
CHEZ HAUDE ET SPENER,
Libraires du Roi & de l'Académie
MDCCLXVII.

DEVISE:

Similia ſimilibus gaudent.





L'objet du Discours (a) auquel engage la Question suivante, est bien digne de la célébre Académie qui la propose.

Il faut établir sur de nouvelles expériences, en quoi consiste le véritable changement qu'éprouvent les alimens, tant du regne animal que du regne végétal, dans le ventricule & dans les intestins d'un corps sain: Afin qu'il paroisse par là quelle est proprement la partie des alimens qui se convertit en un suc nourricier, comment cela s'exécute, & quelles sont au contraire les parties des alimens qui ne peuvent naturellement subir aucune digestion, ni servir à la nutrition du corps.

La substance qui nourrit, qui devient partie de nous-mêmes, est d'autant plus intéressante qu'elle n'est pas moins active dans les autres merveil-

(a) Mr. *Durade* a fourni à l'Académie une nouvelle Copie de son Discours, que l'on suit ici. Il y a inséré diverses additions, mais elles sont indiquées à la marge par les lettres *add.*

merveilles de la nature; le régne végétal en est le trésor. Distribuée par une main préexistante, dans ce point qu'on nomme semence, elle est ensuite une source créative qui donne l'être à tout ce qui vit. Sa fermentation fait éclore le germe, introduit dans ses vaisseaux une séve qui le multiplie, & qui procure des fruits, où elle se répand avec profusion. De là fournissant un corps aux êtres animés, elle s'unit à cette essence divine qu'on distingue par sa sensibilité, & se prête avec elle à toutes les formes organiques possibles: lorsque le tems en détruisant la liaison de ses principes, anéantit en la décomposant sa faculté à l'organisation, ses débris sont encore l'origine d'autres êtres plus simples: il en nait des corps salins qui enrichissent la surface de la terre, & des esprits qui donnent lieu à des combinaisons qui la reproduisent.

Une partie de ce discours sera destinée à sa démonstration, & l'autre à celle de son usage dans la nutrition.

PREMIERE PARTIE.

Il est évident que la matiere dont nos solides ont reçu leur accroissement, doit être la matiere nutritive exquise: en conséquence, si l'examen nous fait trouver dans le regne végétal quelque substance dont les propriétés caractéristiques s'identifient avec celles de nos solides, il faudra nécessairement que cette substance soit la matiere de leur nutrition: celle qu'on tire de nos solides, se nomme gelée, & elle est la premiére à connoître pour faire cette comparaison.

On a déja fait de grands pas pour y parvenir: on a démontré par des experiénces répétées que la nature des solides de tous les animaux étoit la même; & le Digesteur de Papin, avec l'analyse des meilleurs Chymistes, ont déja établi cette regle générale, que les divers solides, soit l'individu, soit même de tout le régne animal, sont composés des mêmes principes, & ne different entr'eux que par le degré de consistance: car la digestion en extrait une gelée toujours uniforme, & le feu en sépare toujours uniformément les mêmes principes.

On

On n'excepte de cette regle, que les ongles, les écailles, les plumes, & autres ſolides analogues; parce qu'ils ſont comme étrangers, où plutôt pour les déterminer d'une maniere plus préciſe comme excrétionnels (*b*); puisqu'ils ſe détachent du corps à meſure qu'ils croiſſent; qu'ils ſe perdent & ſe renouvellent ſans que les autres ſouffrent d'altération: ainſi il ne s'agit plus que de déterminer la nature de la gelée. Add.

De la Gelée animale.

L'expériénce laiſſant une liberté parfaite dans le choix de toutes les gelées animales, vu leur parité: mes obſervations rouleront ſur celle qu'on extrait du veau; & ſa deſcription ſera celle de toutes les autres.

Auſſitôt que cette ſubſtance ſe réfroidit, elle ſe prend comme un liquide qui ſe congele, mais ſous cette forme glacée elle acquiert une conſiſtance molle & flexible qui la rend bien différente de la glace, & beaucoup plus encore du peu de graiſſe qui pourroit y être mêlée; car celle-ci s'en dégage à la ſurface en molécules figées & grumelées.

En cet état la gelée eſt tranſparente & reſſemble à la corne, elle eſt d'une odeur legere & d'un goût presqu'inſipide; ſi l'on la prend entre les doigts, elle ſe fond en s'échapant comme de l'eau; mais, ſi l'on continue de l'exprimer, on ſent bientôt une difference qui vient d'une de ſes propriétes eſſentielles. Car, l'humidité diſſipée, on trouve une colle qui forme des filets blanchâtres tels que ceux du tiſſu cellulaire, lorsqu'on le déchire.

Si l'on en remplit un vaſe & qu'on le frappe, on ne peut ſans une ſurpriſe agréable conſidérer les ondoyemens qu'elle forme alors; & ſurtout ſi'elle eſt coupée par morceaux; car le frémiſſement qui arrive

(*b*) Sous ce ſeul point de vuë on voit naitre des rapports ſi grands entre ces corps ſinguliers, tels que la laine, les cheveux, l'épiderme, que les Anatomiſtes cherchent ſi vainement à connoître; la ſoye même, & toutes les productions analogues, qu'ils ſe rangent comme genres inſéparables d'une même claſſe. Add.

rive à chacun d'eux, ſemble jouir encore de la palpitation des chairs expirantes: phénomene qui eſt du à la moleſſe de ſa maſſe, & à l'adhérence de ſes molécules; vu que cette eſpece d'élaſticité change avec ſa conſiſtance.

Par ces obſervations, on ne découvre que les propriétés qui proviennent de ſon aggrégation: voyons celles de ſes élémens, celles que l'action réciproque des corps avec lesquels on la combine rend poſitives; en un mot ſes affinités.

Les menſtrues qui lui ſont propres, ſont: l'eau, les corps lymphatiques ſucrés, gommeux, caſéeux, & en général tous ceux qui, coagulables & visqueux comme elles, ſe déſignent ſous le nom générique de *Corps muqueux*.

Les graines & les huiles ſimples n'ont aucune action ſur elle, elles s'en ſéparent toujours. L'eſprit de vin n'agit que ſur ſon principe odorant, qui le rend amer & déſagréable dans la digeſtion; & il ne touche pas à la partie visqueuſe, mais la coagule ſi elle eſt ſous forme liquide.

Les acides s'y uniſſent s'ils ſont foibles, on l'éprouve tous les jours dans les offices; & ils la corrodent s'ils ſont concentrés, comme les Chymiſtes ne le démontrent que trop ſouvent ſur eux-mêmes.

L'alkali fixe produit ſur elle des phénomenes trompeurs, inconnus, & qui méritent par leur conſéquence d'être remarqués. Au moment qu'on les combine, il s'éleve un eſprit urineux qui n'exiſtoit point auparavant, & qui ne peut venir que de l'action deſtructive de l'alkali fixe. Mais l'on a été trop loin: cette deſtruction bien démontrée a paru générale; on ne l'a pas ſuivie, & cela a jetté dans l'erreur. Car, en verſant de l'eau froide ſur le mêlange, on voit ſe dépoſer peu après un *coagulum*, qui a toutes les propriétés de la gelée, excepté celles de ſon principe odorant: en ſorte que ce principe eſt le ſeul qui ſoit détruit.

Pour m'aſſurer davantage que l'eſprit urineux n'étoit du qu'au principe odorant, je tentai l'experiénce ſur une eſpece de gelée, dont

ce

ce principe eſt évaporé par la cuiſſon; c'eſt celle qu'on tire des pieds de bœuf. & qu'on nomme colle forte (*c*). L'alkali fixe en effet n'en fit point élever d'alkali volatil, mais ſeulement une odeur d'eau de chaux, comme je chauffois & remuois la matiere, pour faciliter la création; mes ſoins en me confirmant cette verité me conduiſirent à des découvertes, non moins importantes, que je crois devoir expoſer immédiatement.

Je m'apperçus en conſidérant la matiere, qu'au lieu d'une décompoſition, j'opérois une ſolution & que l'alkali ſe confondoit avec la colle: de plus, retirant du feu cette nouvelle combinaiſon pour la réfroidir; la belle transparence dont elle étoit alors, en m'engageant à la regarder au jour, me donna lieu d'obſerver un autre phénomene eſſentiel; c'eſt que de liquide, la compoſition étoit devenue concrette, & formoit un *coagulum* gélatineux, qui ſe liquéfioit, & ſe prenoit à volonté, ſuivant le dégré de chaleur, de la même maniere que la gelée; en ſorte qu'on a par cette propriété ſinguliere un nouveau moyen de la reconnoître & de la caractériſer.

Le temps produit ſur elle des changemens qu'on ne remarque que dans les mucilages épaiſſis: elle entre en fermentation pour paſſer rapidement de l'état d'acide, à l'état alkalin; & il n'eſt perſonne qui ne ſache comme le bouillon s'aigrit aiſément; mais le principe odorant, le ſeul qui ſe déprave alors, jette encore ici une illuſion qu'on n'a pas obſervée.

J'avois une grande quantité de morceaux de gelée, qui avoit ſubi jusqu'aux dernieres nuances de cette putréfaction apparente, ils avoient perdu leur forme anguleuſe, ils tomboient en colliquation, & l'eau qui en découloit, puoit l'eſprit urineux: cependant, dès que j'eus verſé de l'eſprit de vin ſur cette eau puante, il s'en dégagea un *coagulum*, qui ſe trouva visqueux & gélatineux: en un mot une vraie gelée, qui

(*c*) Je me ſuis toujours ſervi d'alkali fixe concret, mettant pour doſe à peu près parties égales.

qui n'avoit perdu que ſon goût & ſon odeur (*d*). La partie visqueuſe ne ſubit le même ſort que longtems après.

Peut-être qu'on cherche ici ce qu'eſt ce principe trompeur qui ſe détruit avec tant de facilité! Il me paroît qu'il eſt du genre de ceux qu'on nomme eſprit dans les plantes, puisqu'il en a les principaux caracteres, comme la mobilité, la délicateſſe, & cette pénétration ſenſible au goût & à l'odorat; car la gelée ſans lui n'eſt qu'une colle inſipide.

La diſtillation de la gelée eſt trop connuë pour entrer dans des détails ſur cet article. Il ſuffit de rappeller qu'au dégré de l'eau bouillante, il ne paſſe qu'un phlegme inſipide, chargé d'un principe odorant, mais inpondérable; qu'au delà de ce degré de feu, s'élevent des vapeurs alkalines & huileuſes, dont les unes ſont legeres, volatiles, & les autres peſantes; qu'il ſe ſublime enſuite de l'alkali volatil concret, & qu'il ſe dégage une quantité d'air immenſe.

On remarque encore un charbon dans la cornue, très leger, très ſpongieux, & ſans veſtige d'alkalicité.

En raſſemblant les divers phénomenes qu'a préſenté la gelée; on voit qu'elle ſe coagule, qu'elle ſe prend comme une glace; mais comme une glace flexible: qu'elle ne s'unit point aux corps gras; mais à tous ceux qu'on nomme muqueux, qui ſont glutineux & ſolubles dans l'eau comme elle; à tous ceux qui ſont aqueux, aux menſtrues acides affoiblis, aux alkalis quelque concentrés qu'ils ſoyent, communiquant la conſiſtance gélatineuſe à celui qui eſt fixe d'une façon ſinguliere; qu'elle ſubit les deux derniers degrés de la fermentation, & que le feu en ſépare, ou y crée l'alkali volatil, de l'huile & beaucoup d'air. Cherchons dans les végetaux quelle eſt la ſubſtance dont les phénomenes coincident à ceux-là.

Des

(*d*) Ce flux & reflux d'acidité & d'alkaleſcence a ſans doute cauſé l'erreur de cet auteur moderne qui s'étonnoit tant de rendre la fraicheur à des chairs pourries, lorsqu'il les préſervoit ſeulement de la corruption. V. *l'Eſſai pour ſervir à l'hiſtoire de la putréfaction,* à Paris chez Didot, 1765.

Des ſubſtances végétales alimentaires.

Pour ſuivre une marche naturelle dans l'examen des ſubſtances alimentaires tirées des végétaux, l'ordre exige que je commence par celles que la nature a ſi bien perfectionnées, que les animaux les trouvent toutes préparées pour leur nouriture: comme celles qui occupent les diverſes parties de la fructification, dont on fait du pain ou du vin, & qui ſont toutes de même nature, puisqu'elles fermentent d'une maniere uniforme, & qu'elles produiſent par là un eſprit ardent unique.

Cependant elles ſont quelquefois méconnoiſſables, à cauſe des corps auxquels elles ſont combinées, & il eſt trés eſſentiel d'en faire mention pour éviter les mépriſes.

Parmi les corps qui les alterent, on remarque principalement ces trois.

1°. Les acides, comme dans le citron, l'epine-vinette, & tous les fruits verds.

2°. Les huiles, comme dans toutes les ſemences émulſives.

3°. L'alkali volatil, comme dans les diverſes parties des cruciferes.

Le miel eſt une des plus pures & des plus concentrées, ce qui eſt du en grande partie au travail des abeilles; car on ſait qu'enlevé par elles du nectaire des fleurs, il eſt dépoſé dans les alvéoles qu'elles lui conſtruiſent, après qu'elles l'ont ſucé & élaboré. Mais le ſucre eſt encore plus purifié par les hommes, & en conſéquence il nous ſervira dans les obſervations ſuivantes, comme le modele parfait de tous ces corps vinifiables, de ces corps qu'on appelle du nom générique de corps muqueux.

Du ſucre.

Le ſucre eſt ſans odeur, d'un gout trés connu, & d'une transparence limpide s'il fait une maſſe continue. Il ſe diſſout aiſément dans l'eau, & en cet état il eſt doué d'une glutinoſité frappante: on ſait auſſi que, par la cuiſſon, il devient d'une viſcoſité qui égale celle de la colle.

Il s'unit intimément avec les mucilages, les gommes, les gélatineux, les lymphatiques, comme le blanc d'œuf, ou la ſalive, avec tous les fruits muqueux, & prend avec eux une figure & une conſiſtance ſi conforme à celle de la gelée animale, qu'alors on les appelle du même nom: c'eſt ainſi qu'on dit gelée de pomme, ou gelée de groſeille.

Add.

Les acides en font une ſolution fort claire lorsqu'ils ſont étendus dans l'eau; & la corrodent s'ils ſont concentrés, comme ils corrodent la gelée.

Les alkalis le diſſolvent, & la ſolution en eſt claire; il prend auſſi avec l'alkali fixe, quoique moins aiſément, cette conſiſtance gélatineuſe, qui eſt ſi remarquable avec la gelée.

Add.

Les huiles & l'eſprit de vin n'agiſſent point ſur lui; lorsque l'eſprit de vin paroit le faire, c'eſt par ſon eau ſuperflue; & les huiles, c'eſt par un corps intermédiaire, tel qu'un eſprit aromatique: car celles qu'on nomme graſſes, aidées même de la chaleur, bien loin de le diſſoudre, le brûlent, comme je l'ai éprouvé avec l'huile d'olive.

Jusqu'ici une foule de rapports rapprochent le ſucre, & avec lui tous les muqueux, de la gelée; ils affectent le même *gluto-gélatineux*; ils ont les mêmes affinités, les mêmes antipathies, ils ſe confondent: voyons ſi les autres voyes de l'analyſe ſoutiendront cette parité.

La diſtillation du ſucre eſt uniforme, elle ne donne que de l'eau au degré de l'eau bouillante; à un feu plus fort, c'eſt une liqueur acide colorée par une huile: & tout le changement qui lui arrive, c'eſt de ſe concentrer, & de ſe colorer de plus en plus: mais celle de quelque autres muqueux offrent des différences qu'il faut noter (*e*).

La manne & le miel qui ont un eſprit odorant, le donnent avec la premiere eau qui diſtille, mais d'ailleurs ils n'offrent aucun phénomene nouveau.

La

(*e*) C'eſt des précieuſes Leçons de Mr. Rouelle, que je tire ces obſervations, car rien n'eſt ſi complet que les démonſtrations de ce grand homme: & je crois ne pouvoir mieux enrichir cette partie de l'analyſe.

La gomme arabique, si elle est nouvelle, donne aussi une eau legere & gracieuse, mais elle présente de plus une différence remarquable ; c'est qu'avec l'acide il passe quelques gouttes d'huile qui surnagent. Le seigle produit aussi le même effet.

Dans la dissolution de tous ces muqueux, ce qui s'opere dans la cornue est particulier : ils se gonflent si prodigieusement (*f*), & il s'en échappe une quantité d'air si étonnante, que c'est un art d'en éviter les suites dangereuses : ce n'est gueres aussi que dans ces deux phénomenes, qu'on trouve des rapports dans la distillation des substances gluto-gélatineuses animales & végétales : mais ils sont essentiels, & ils leur sont propres.

L'action du tems sur ces substances muqueuses végétales est étonnante ; elle est l'origine d'une analyse qu'on peut dire parfaite, elle y produit mille métamorphoses, & décele seule plus de mysteres, que toutes les autres voyes de l'art.

Cette action du tems est connue sous le nom de fermentation : elle a été observée par Mr. Rouelle, il l'a vue en homme sublime, il sera la source où je puiserai toutes les descriptions suivantes.

De la fermentation.

Si l'on étend un corps muqueux végétal quelconque dans une quantité d'eau suffisante, ou plus simplement, qu'on prenne du moust, qu'on en remplisse un grand vase, on observe les phénomenes suivans. Après quelque tems d'un parfait repos, la liqueur frémit & s'obscurcit : c'est le signal de la fermentation. Elle s'échauffe & se raréfie, elle devient

(*f*) Les précautions de Mr. Rouelle à cet égard, sont trop bien vuës, pour ne les pas communiquer. Il laisse tous les intermedes parce que, ou ils décomposent le sujet, ou ils le brûlent en s'échauffant en raison de leur densité. Il obvie au gonflement par de vastes cornues, par le peu de matiere qu'il y met, & en ne poussant le feu que lors qu'elle est déphlegmée. Il ne se sert que du feu nud, dont on est toujours maître avec l'attention, & bannit le bain de sable comme un des plus perfides.

devient opaque: on entend un sifflement, & l'on voit des bulles s'élancer à la surface, ou quelquefois s'arrêter en chemin: il se dissipe des vapeurs aussi dangereuses & plus incoërcibles que celles du souffre enflammé (*g*): il se forme des floccons qui se heurtent par des collisions sans nombre, & qui troublent tout à fait la liqueur: elle devient comme laiteuse, une odeur acide frappe l'odorat, & quelque goutte d'huile se présente à la surface: ce sont les suites de la décomposition qui s'est faite.

Si l'on saisit ce moment pour la mettre en distillation, on n'en retire qu'une huile essentielle, qui monte avec l'eau; c'est cette huile que Glauber appelloit l'ame du vin, & dont il vantoit, suivant son langage ordinaire, les propriétés merveilleuses.

Cette crise étant achevée, l'agitation & l'opacité diminuent, une odeur vineuse prend la place de l'odeur acide, une partie des floccons couvre la surface supérieure, & l'autre partie l'inférieure: ce sont deux especes de lie. Les parois du tonneau se tapissent aussi d'une croute saline, nommée tartre. A mesure que ces nouvelles combinaisons se forment, le trouble de la liqueur diminue, & paroit enfin cesser entierement. Mais un mouvement insensible l'agite encore, puisqu'il n'y a que le premier degré de la fermentation qui soit achevé; car alors on en tire un esprit ardent par la distillation, & elle est changée en vin.

La marche de la nature pour produire cet esprit, est curieuse; on voit qu'il lui a fallu développer bien des substances, & les atténuer pendant longtems. Il paroit qu'il est formé par l'acide qui s'est fait sentir dès le commencement, & par l'huile essentielle qui s'est dégagée ensuite, après avoir été subtilisée par une collision mille & mille fois répétée; ce qui est prouvé par sa digestion avec l'alkali fixe, qui en sépare une huile legere, & un acide qui s'unit avec lui, dont il résulte de beaux crystaux.

La

(*g*) Beccher, Sthal, Boyle, & Mr. Rouelle n'ont pu les retenir, ce dernier a même adapté vainement des chapiteaux & des serpentins chargés de glace.

La création de cet eſprit cauſe ce changement d'état où renait la transparence de la liqueur, & où le calme ſe rétablit: parce que, à meſure qu'il ſe forme, il s'unit à l'eau, & en précipite le tartre & la lie, qui y cauſoient l'opacité. Il eſt inutile de parler de ces deux dernieres ſubſtances: on les connoit trop bien: je remarquerai ſeulement qu'outre l'alkali fixe que la lie contient tout à fait (*h*), comme celui du tartre, elle donne encore du tartre vitriolé; ce qui me ſemble d'une grande conſéquence.

Je paſſe au ſecond dégré de la fermentation: ſi l'on tire le vin de ce repos dont il paroit jouir, qu'on l'échauffe, qu'on le trouble, qu'on le remuë ſur ſa lie; il reprend toutes les matieres qu'il avoit dépoſées; la liqueur en eſt troublée, & elle ſe décompoſe une ſeconde fois: une partie ſe combinant avec l'eſprit de vin, forme une nouvelle liqueur acide qu'on nomme vinaigre, & l'autre s'uniſſant aux molécules terreuſes, forme deux eſpeces de lie, en raiſon de la nature des huiles: l'une de ces lies, presque toute huileuſe, ſurnage & brûle comme la couëne; l'autre plus groſſiere ſe dépoſe ſur les parois du fond.

Sans doute que l'huile eſſentielle du vin eſt la cauſe déterminante de cette métamorphoſe acide; car, compoſée de principes qui s'altérent aiſément, elle eſt décompoſée, ou par la nouvelle agitation qu'on communique à la liqueur, ou par la chaleur qu'on excite, ou par ſa ſeule délicateſſe; vu que les eſſences ſont la corruptibilité même: alors elle lâche priſe dans ces anciens compoſés; par là tous les acides ſe développent pour ſe réunir en un ſeul qui eſt le vinaigre; & les huiles, ſuivant les loix de leurs affinités, s'uniſſent à des corps plus ou moins terreux, & forment ces deux lies. L'huile de l'eſprit de vin échappe ſeule à la deſtruction; parce que l'eſprit de vin lui-même

(*b*) On ſait que, pour obtenir l'alkali fixe de la cendre gravelée, qui n'eſt que de la lie brûlée, on eſt obligé pour l'avoir pur d'en faire cryſtalliſer le tartre vitriolé.

me se combine avec les acides pour faire le vinaigre (*i*), qu'il caractérise & dont il fait toute la vertu.

Si l'on soumet le vinaigre à la distillation, son acide passe limpide dans le récipient, & l'on a pour résidu un mêlange de tartre, de la partie colorante & d'une huile empyreumatique.

Lorsque les Chymistes ont trouvé une analyse différente, c'est par erreur : si les uns, distillant un vinaigre mucillagineux, comme celui de bierre, ont dit que les premieres gouttes étoient un simple phlegme ; & les autres, se servant d'un vinaigre imparfait, encore vineux, que c'étoit de l'esprit de vin ; on voit que tous également devoient s'éloigner de la vérité, chacun en raison des défauts de leur vinaigre : celui qui est parfait ne donne que de l'acide, & même d'une acidité essentielle dès les premieres gouttes (*k*), puisque l'action réactive du feu, ne peut les avoir dénaturées.

Le degré de la fermentation qui développe les acides, n'est pas le dernier : si l'on laisse les tonneaux en vuidanges, il en survient un encore qui détruit tout, la liqueur acéteuse s'altere, la partie colorante qui s'étoit conservée, dégénere aussi : elle se putréfie, & forme ce qu'on nomme les fleurs. L'esprit de vin du vinaigre seul inaltérable reste noyé dans l'eau insipide que la putréfaction dégage de toutes ces substances : Mr. Rouelle n'a jamais pu le putréfier. Pendant cette décomposition, il se dissipe une partie subtile, invisible, & acide sans doute, puisqu'en l'unissant aux vapeurs de l'alkali volatil, toutes deux deviennent visibles.

A ce troisiéme degré de la fermentation, tous les composés du corps muqueux s'anéantissent ; ses mixtes grossiers sont réduits en

(*i*) Mr. Rouelle fait un vinaigre artificiel au moyen d'un acide minéral & de l'esprit de vin, qui imite le naturel à s'y tromper.

(*k*) Cassius s'en servoit pour certaines dissolutions d'or.

en terre; ses mixtes subtils dissipés se résolvent dans l'air, & chacun de ses principes rentre dans son élément (*l*).

Les phénomenes de ce développement putride sont communs à tous les corps organisés, ou à leurs productions: ils sont tous soumis à cette réaction annihilatoire: mais les deux autres degrés de la fermentation sont propres à cette seule substance muqueuse végétale, qu'on peut transformer en glu ou en gelée, suivant les proportions du phlegme.

La

(*l*) Il est tout à fait important de remarquer cette décomposition complette des corps susceptibles de la fermentation, lorsqu'ils sont arrivés à ce troisiéme degré, & qui sont tous alimentaires exquis; car cette observation sert à apprécier les systémes des anciens Philosophes sur la nutrition, l'accroissement & la génération des êtres organisés: tous fondés sur l'indestructibilité de la matiere alimentaire; qui seule peut se convertir en la propre substance des animaux.

On voit dans Lucrece (*), qu'Anaxagore s'imaginoit que cela se faisoit par une assimilation de particules organiques imperceptibles & indestructibles, dont il y avoit autant d'especes, que de parties organisées, & même que d'humeurs; qui devenoient sensibles & massives par leur réunion, ce qu'il désignoit par le nom d'homæomerie.

„*Nunc & Anaxagoræ scrutemur homæomeriam;*
„*Principium rerum, quam dicit homæomeriam;*
„*Ossa videlicet e pauxillis atque minutis*
„*Visceribus, viscus gigni sanguenque creari,*
„*Sanguinis inter se multis coeuntibus guttis.*

Ce systeme est aussi exposé par Plutarque de Plac. Philos L. 1. c. 3. où il est beaucoup plus circonstancié.

A l'égard des autres grands hommes de l'antiquité, il est possible qu'on n'ait pas saisi l'esprit de leurs principes, & qu'ils eussent à cet égard des idées plus justes qu'on ne pense; telle est l'opinion d'Empédocle, qui ne parle que de convenance de substance pour la nutrition. *Empedocles ait animalia nutriri quidem, ex accommodati sibique convenientis, cibi substantia* (**).

On trouve l'exposition de tous ces systemes dans les *Recherches sur l'origine des découvertes attribuées aux modernes.* A Paris, chez la Ve. Duchesne, 1766.

(*) *L. 1. v.* 830. *&* 835

(**) *Plut. de Placis. Philos. L.* 5. *c.* 27.

La gomme, les mucilages, les farineux & tous les corps susceptibles de cette consistance gluto-gélatineuse, ont tous fermenté & produit de même un esprit ardent, lorsque Mr. Rouelle les a étendus dans une quantité d'eau suffisante, qu'il leur a ajouté du ferment, si la réaction étoit trop tardive, & que le lieu étoit convenable: mais ce développement, tout propre qu'il est à ces corps, ne l'est cependant qu'en raison de circonstances que les seules loix physiques ne réunissent jamais; il n'est point tel à l'ordinaire; & cette fermentation n'est pas celle de la nature, tant que les molécules muqueuses ne sont pas réunies en une seule masse, qu'elles n'occupent pas un grand espace, & que le vase ou le lieu ne conviennent pas; ces molécules ne fermentent point, ou elles passent brusquement de l'état d'aigreur à celui de putridité, sans donner aucun signe d'esprit ardent, semblables alors à celle de la gelée animale, où la nature, bien loin de chercher à remplir ces conditions requises, les a au contraire évitées partout.

Par exemple, dans les végétaux, le corps muqueux est distribué, entre les lames d'un tissu cellullaire serré, qui interrompent sa continuité sans cesse, & qui ne lui laissent de communication que par des pores & des tuyaux capillaires; ou de même à peu près dans les ruches, les abeilles (*m*) ont si bien mesuré les alvéoles qu'assez grandes pour contenir la provision du miel, elles ne le sont pourtant pas assez, pour en permettre la fermentation: de plus, si quelqu'accident fait suinter la seve, ou couler le miel, comme aucun vaisseau n'est prêt à les recevoir, l'aggrégation de la matiere, quoique convenable alors, n'est pourtant pas moins inutile. Ainsi la grande analogie des muqueux des deux regnes, qui souvent les fait confondre dans la voye des combinaisons, & qui semble manquer ici absolument, n'est point en défaut; car, si le développement spiritueux n'est possible qu'à l'art, que lui seul puisse

Add. (*m*) Ne doit-on pas excuser Paracelse qui trouvoit ces insectes presqu'aussi sages que les hommes! Leurs alvéoles, par la physico-mathématique qui y brille, extasient autant les géométres que les chymistes: l'ordre de leur gouvernement est peut-être plus sublime encore aux yeux des politiques, & leur miel est délicieux.

puiſſe remplir les conditions néceſſaires, & qu'il ne ſoit pas celui de la nature; bien loin de trouver que l'analogie manque, je crois au contraire qu'elle n'eſt que mieux conſtatée, & que l'art par quelque correction pourroit les identifier. Dailleurs, ſi la gradation de toutes les métamorphoſes du mouſt eſt étonnante, s'il en nait mille êtres nouveaux, des eſprits des huiles legeres & peſantes, des alkalis fixes & volatils, des acides qui renferment peut-être tous les autres, car entre celui de l'eſprit de vin, & celui du tartre vitriolé, il y a une diſtance infinie: de même la gelée dans la digeſtion produit des ſubſtances nouvelles, par une progreſſion non moins ſurprenante: elle offre auſſi des acides, des huiles, des eſprits, des terres d'un caractere alkalin, & n'eſt pas moins créative.

Mais, pour ſe décider tout à fait, voyons ſi les autres ſubſtances végétales ont, dans leur parallele avec la gelée, des rapports & un caractere auſſi coincidens.

De la partie colorante du vin.

La partie colorante du vin eſt liée de ſi près à la ſubſtance que nous quittons, elle eſt d'ailleurs dans tant de corps, que je ne ſaurois pourſuivre par d'autres.

Le raiſin n'eſt point coloré partout également, ſa couleur concentrée à la ſurface, eſt étrangere à la ſubſtance intérieure, & ſon ſiege eſt dans la pellicule qui l'enveloppe; en ſorte que, pour faire du vin très blanc avec le raiſin noir, il ne faut que dégager le mouſt de la pellicule dès qu'il eſt preſſé, & éviter cette macération nommée cuvage, qui en extrait la noirceur.

Cette partie colorante joüe un grand rôle dans le vin; on l'y diſtingue dans l'arriere-goût, lorsque l'eſprit & le tartre ont frappé le palais; elle en fait connoître l'origine, parce que ſans elle le vin n'a point de goût propre, mais ſeulement plus ou moins de feu ou de force; & que, variant autant que les climats & les terres, elle en modifie la ſaveur, en raiſon du terroir. Auſſi l'art myſtérieux

d'imiter les vins, ou de leur donner le goût que l'on ſouhaite, ne conſiſte qu'à y introduire cette ſubſtance, en l'extraiſant de quelqu'autre, ou plus ſimplement d'en faire un heureux mêlange: c'eſt le cas, dit-on, de ceux de Bordeaux; mais l'avantage eſſentiel qu'en retirent les vins, c'eſt d'en être conſervés, d'en être rendus plus durables: parce que cette ſubſtance, n'entrant pas en fermentation dans les deux premiers degrés, & y reſtant toujours ſuſpendue uniformément; ſes molécules mettent un obſtacle à la réaction de celle du vin, en ſe trouvant interpoſées partout, c'eſt pourquoi les vins qui en ſont chargés, tels que ceux de Bordeaux, durent très longtems, & ſont
Add. les plus propres à paſſer les mers. L'on ſait auſſi qu'on ne conſerve la bierre que par le houblon dont la partie qui ſert à la bierre, en eſt une eſpece: cette matiere eſt ſoluble dans une infinité de menſtrues; on a vu qu'elle l'étoit dans le mouſt, dans le vin, dans le vinaigre, puisqu'elle y reſtoit ſuſpenduë uniformément: elle l'eſt auſſi dans l'eau & dans l'eſprit de vin; car on l'extrait également avec ces deux ſubſtances, des réſidus dont elle peut faire partie; elle l'eſt de même dans tous les huileux, & bien différente des muqueux par cette ſolubilité; elle s'en éloigne encore par ſa combuſtion, qui la rapproche beaucoup des réſines (n).

Je ne l'ai remarquée que dans les raiſins, mais elle ſe trouve dans bien d'autres parties des végétaux; & même, dans la plûpart de celles des animaux; on verra que les phyſiologiſtes l'ont tout a fait méconnue dans le ſang, dont elle fait la rougeur.

Par ſa couleur elle fournit beaucoup de matériaux à la teinture, & par ſa ſolubilité elle eſt plus eſſentielle encore dans la médecine: parce qu'elle paſſe dans les ſecondes voyes, où ſes vertus ſpécifiques peuvent ſe développer: l'aloës & la myrrhe en ſont des exemples frappans.

Une

(n) Mr. Rouelle l'appelle par cette raiſon *extracts rétineuſe.*

Une ſubſtance auſſi aiſée à reconnoître n'a pu être méconnue par les bons obſervateurs; auſſi n'échapa-t'elle pas à la ſagacité du ſavant Becher, qui la regarde comme la ſubſtance moyenne du vin; mais les regards de Mr. Rouelle l'ont diſtinguée partout, & les expériences l'ont rendue palpable. Il eſt évident qu'elle n'eſt pas d'un uſage eſſentiel pour la nutrition, puiſqu'on peut s'en paſſer, & qu'elle eſt d'ailleurs en trop petite quantité pour y ſuffire; ainſi je paſſe aux autres matieres alimentaires. Peut-être me ſuis-je trop étendu ſur ſon ſujet; mais l'utilité acceſſoire dont elle eſt & le jour qu'elle peut jetter ſur les ſécrétions des animaux, m'ont engagé de n'en pas trop ſerrer les limites.

Des ſubſtances oléaginenſes.

Lorſqu'on perd de vuë les corps gluto-gélatineux, & qu'on paſſe aux autres ſubſtances alimentaires; on ne voit point ſans quelque ſurpriſe, qu'à peine il en reſte quelqu'une, qui puiſſe ſeulement par ſa quantité ſervir à la nutrition, le regne végétal ſemble épuiſé: on ne remarque plus que ces corps huileux contenus dans les ſemences émulſives, qui faſſent un objet ſenſible; c'eſt donc par eux qu'il faut pourſuivre nos recherches. Add.

Lorſqu'on les a dégagé de ces ſemences par l'expreſſion, & qu'on les a privés de toute matiere hétérogene; ils ſont ſans odeur ſenſible, ſans ſaveur, d'une douceur extrême au toucher: & d'une transparence ſi moëlleuſe, qu'ils ſont encore plus doux à l'oeil.

Ces huiles, dans la voye des combinaiſons, ne démontrent aucune affinité avec l'eau, elles y ſont au contraire immiſſibles: on peut bien par la trituration ou par la confuſion de leurs vapeurs, les mêler, & les tenir diviſées; mais ce n'eſt jamais qu'une ſuſpenſion ſans durée: il en eſt de même avec l'eſprit de vin, & avec l'éther, qui n'attaque pas même les huiles (*o*) eſſentielles, mais elles s'uniſſent au

(*o*) Je ſuis pourtant venu à bout de cette combinaiſon: mon ſecret eſt de mêler l'éther à une eau aromatique & de le verſer enſuite ſur une diſſolution d'huile

au mieux, avec les eſſences, les baumes, les réſines & tous les individus de ce genre.

Les alkalis les diſſolvent, tout le monde connoît ce mêlange ſons le nom de ſavon: mais beaucoup de gens ignorent, qu'il ne doit la fermeté qu'il a chez le marchand qu'au ſel marin, & que ſans lui il eſt tout à fait mollaſſe, ce qui eſt aſſez ſingulier (*p*) Sans doute qu'on prend aſſez garde ſans que je le faſſe remarquer, combien cette combinaiſon différe de celle des muqueux, avec ce même alkali, dont le mêlange eſt ſi clair, ſi coagulable, & qui s'opére par la ſeule chaleur; tandis que le ſavon ne ſe fait qu'à force de trituration.

Les acides concentrés s'y uniſſent avec une rapidité & une efferveſcence terrible: ou ſait que par l'effet de leur réaction, ces corps paſſent en un inſtant de l'état bitumineux à celui de charbon ardent; ils s'enflamment avec impétuoſité.

Les vapeurs des acides les pénétrent en leur donnant une conſiſtence ſébacée; mais, ſi l'on couvre l'huile d'olive, celles de l'eſprit de nitre, lorsqu'il diſſout un métal chargé de phlogiſtique, outre cette conſiſtence, il devient écumeux.

Les acides trop foibles n'agiſſent pas ſur elles: leur action eſt en raiſon inverſe du phlegme.

Jusqu'ici les rapports des huiles avec ceux de la gelée ſont tout oppoſés; le ſeul qui leur ſoit commun, c'eſt de n'être pas ſolubles dans l'eſprit de vin: bien loin d'avoir comme les muqueux une affinité intime avec elle, leur antipathie eſt marquée, & dans leurs combinaiſons avec les mêmes corps, ils préſentent des phénomenes tous differens: on ne ſauroit donc leur trouver d'analogie par cette voye: en eſt-il davantage dans celle de la diſtillation? le premier coup d'oeil les rapproche, mais la réflexion les éloigne beaucoup.

Ces

eſſentielle dans l'eſprit de vin, ce qui cauſe une double décompoſition, où l'éther change de place & s'unit à l'huile: l'eſprit aromatique prend auſſi quelque part à cette compoſition.

(*p*) Ce qui ne l'eſt pas moins, c'eſt qu'il ſoit ſoluble dans le vin.

Ces huiles grasses au degré de l'eau bouillante ne donnent rien; en augmentant le feu il passe du phlegme, un peu d'acide, & de l'huile ensuite, si l'on se sert de celle d'olive, l'huile passe figée (q), mais on la rend fluide en la redistillant. Le résidu est un petit charbon.

Par la rectification on augmente leur fluidité, & cela d'autant plus qu'on la répete plus souvent: à chaque fois on produit un peu de charbon, & cette opération uniforme, dure jusqu'à l'épuisement de la matiere.

Dans cette analyse, la séparation de l'acide & de l'huile qu'elles souffrent, est évidemment leur seule analogie avec celle des muqueux; mais elle a une certaine apparence qui pouroit en imposer & paroître difficile à renverser: c'est pourquoi je prie qu'on pese les considérations suivantes.

Les huiles, quoique distillées, sont toujours des huiles; les rectifications répétées, ne leur causent que de l'atténuation, qu'un peu plus de volatilité & de liquidité: elles ne laissent dans la cornue que la partie d'elles-mêmes la plus grossiére, celle dont la réaction a réuni des principes salins & ignés: en sorte qu'on ne leur cause pas une décomposition, mais une perte; & qu'elles conservent leurs propriétés. Qu'on se rappelle à présent de la même analyse sur la gelée, de ce débris de substances, aëriennes, terrestres, acides & huileuses, qui sont chacunes bien éloignées d'avoir les propriétés de leur origine, de cette vraie destruction; & je crois qu'on cessera de leur trouver aucune parité, on voit aussi que les muqueux végétaux se rapprocher toujours plus des autres par la raison contraire. Add.

L'action du tems produit sur ces huiles des phénomenes assez analogues à ceux de la distillation: il les fait fermenter; mais dans le premier degré de leur dépravation, c'est une rancissure qu'on peut enlever en les distillant; & dans le second, c'est une putréfaction, qui Add.

(q) Elle a une odeur de cire.

qui eſt commune à toutes les parties des végétaux: ainſi elles ne ſe rapprochent pas mieux de la gelée par la fermentation.

Des huiles eſſentielles.

Si les huiles graſſes ſont inſuffiſantes pour ſubſtanter les animaux, ne fut-ce que par leur diſette, il ſuit clairement de cette même cauſe, que les huiles dites eſſentielles ont encore bien moins ce pouvoir, & qu'on ſeroit en droit de les paſſer ſous ſilence; ainſi que les baumes, les réſines & tous les corps de cette trempe; on pourroit par cette excluſion qui laiſſe aux ſeuls gluto-gélatineux la faculté de nourrir, ne s'arrêter que ſur les conſéquences qu'on en doit tirer: mais il peut encore s'élever des doutes. Il eſt poſſible, par exemple, qu'il exiſte quelqu'autre ſubſtance, qui s'uniſſant aux huiles les rende nutritives; ou bien que la gelée même ne ſoit qu'une combinaiſon pareille: il faut donc pour s'en éclaircir pourſuivre l'examen des autres ſubſtances alimentaires, & ce doit être naturellement par les huiles eſſentielles.

L'hiſtoire de ces eſſences, eſt moins leur propre hiſtoire que celle d'un principe ſubtil, ſouvent incommenſurable, qui fait toute leur vertu: car, là comme partout ailleurs, la nature pour animer les maſſes, n'employe que des atomes, mais où elle accumule toutes ſes forces.

Un grand nombre de plantes, & même la claſſe entiere des labiées, contiennent ces eſpeces d'huile; on les reconnoit auſſitôt qu'on les froiſſe, à leur odeur qui s'émane des véſicules écraſées où elles étoient contenues.

Si l'on diſtille une de ces plantes, avec l'appareil ordinaire, & qu'on lui faſſe éprouver un degré de feu moyen, entre celui de la glace & celui de l'eau bouillante, on obſerve les phénomenes ſuivans: il paſſe à ce degré une eau mobile, qui emporte toute l'odeur de la plante, & l'on n'a pas une ſeule goutte d'huile: ſi l'on augmente le

le feu jusqu'à l'ébullition du bain marie, il passe de cette eau odorante, & de plus une huile de même odeur. Add.

Si l'on met la plante dans l'eau même bouillante, on retire beaucoup de cette huile, & très peu de l'eau. Si l'on ne la met que lorsque toute l'eau odorante est dissipée, pour lors on ne retire plus une seule goute d'huile: c'est donc à cet esprit, cet être du parfum, que l'huile essentielle doit sa legereté dans la distillation, puisqu'il en vient plus ou moins, en raison inverse de celle de cet esprit; mais elle lui doit aussi en partie sa liquidité; car si l'on donne à ces huiles, un feu tel que l'esprit seul s'en dissipe, elles prennent de la consistence, à proportion de cette dissipation, & paroissent sous la forme de baumes & de résines; comme Mr. Rouelle le démontre, en rendant l'esprit à ces corps, qui reprennent par là leur liquidité. C'est donc à cet esprit essentiel, qu'il faut s'attacher, puisque sans lui les huiles deviennent ordinaires.

De l'esprit essentiel.

Tous les êtres doués d'organes, quelques uns même des minéraux, ont une émanation de molécules particulieres à chacun d'eux, mais qui dans tous est d'une volatilité extrême: c'est ce qu'on nomme leur esprit. Ces molécules, souvent insensibles à l'odorat, feroient douter de leur existence, sans les suites funestes qui ne les démontrent que trop: comme on en a des exemples dans les diverses especes de Belladona; mais singulierement dans le Toxicodendron (r), dont les Chinois ne se garantissent, quand ils s'en servent, que par des précautions extrêmes.

L'émanation de celles dont l'odeur est sensible, n'est pas si perfide; & l'instinct des animaux ne s'y trompe jamais. Celles-ci ne sont pas si impalpables, & l'esprit de la plûpart, & surtout des aromatiques, se peut peser & mesurer: les autres sont de vrais infiniment petits.

Pour

(r) Tout leur corps est convert, & l'air qu'ils respirent vient derriere eux de trés loin au moyen d'un masque fait exprés.

Pour l'ordinaire cet eſprit eſt placé dans des véſicules, avec l'huile eſſentielle; mais il ne l'eſt pas toujours, & cela trompe beaucoup de diſtillateurs.

Ils cherchent une eſſence dans les plantes qui leur en promettent de loin par leur parfum, comme dans les liliacées; & ils choiſiſſent juſtement celles qui en ont le moins, parce que cet eſprit ne ſe diſſipe que faute de lien: par une raiſon contraire, il faut que ces émanations délicieuſes de l'Isle de Ceylan, qui en annoncent l'approche aux voyageurs, lorsqu'ils ſont encore à pluſieurs lieues en mer, ne viennent point immédiatement de la nature, mais du travail des Hollandois: car le cannelier qui en eſt la ſource, ne peut répandre ſon eſprit, ainſi que toutes les autres eſpeces de lauriers, que lorsqu'on bleſſe les véſicules huileuſes où il eſt engagé.

Add.

On obtient aiſément cet eſprit par la diſtillation, mais on le détruit auſſi fort facilement: car pour peu qu'on pouſſe trop le feu, ou qu'on n'entende pas ſon régime, on cauſe une réaction dans ſes principes, qui le met hors d'état d'être conſervé: c'étoit ſeurement la cauſe de la prompte altération de l'eſprit de Romarin fait par Mr. Boerhaave; car Mr. Rouelle en a diſtillé, qui bien loin d'être gâté au bout de l'année comme l'autre, ſe conſerve de puis plus de quinze ans ſans avoir perdu de ſa force, ni dépoſé de ſediment.

Si l'on cohobe cet eſprit ſur de nouvelles plantes, & qu'on répete cette opération pluſieurs fois, ſes principes odorans en ſont concentrés, & de gracieux & balſamiques, ils deviennent inſoutenables, car par ce procedé l'eau de Jasmin eſt renduë plus puante que la charogne.

L'action du tems détruit auſſi très aiſément la connexion de ſes principes; il devient même un ferment de putréfaction dans les huiles; & c'eſt ce qu'on éprouve dans celle d'olives, où l'on a fait entrer l'eſprit de jasmin, qui hâte ſi fort ſa décompoſition, qu'elle eſt gâtée à la moitié de ſon terme, au bout de dix à douze mois.

Cet

Cet eſprit eſſentiel s'unit à beaucoup de corps; car, ſi les huiles s'en impreignent, les graines, l'eſprit de vin, le ſucre, l'eau s'en chargent auſſi; & l'ether entr' autres, ce qui fait une combinaiſon nouvelle, & précieuſe, dont j'ay éprouvé les bons effets ſur moi-même: cet eſprit dans ces diverſes unions, devient un intermède qui rend ſolubles les uns dans les autres ces divers corps.

Il n'eſt pas difficile d'imaginer, puiſqu'il a ſeul toutes les vertus qu'on remarque dans les huiles, qu'il doit être le principe myſtérieux des liqueurs fines, & celui des ſpécifiques aromatiques; car là où l'huile eſſentielle racle & irrite le goſier, ou cautériſe les membranes de l'eſtomac en y adhérant; l'eſprit employé ſeul flatte ſans déchirer enſuite, & fait tout le bien ſans le mal. Mais on ne trouve rien dans ces mêmes vertus, qui contribue à donner aux huiles le caractere des muqueux: elles en deviennent volatiles, pénétrantes, ſolubles même avec le ſucre, comme on le voit dans *l' oleo-ſaccharum*; mais elles reprennent leurs premieres qualités au plus leger degré du feu, elles s'en ſéparent avec une facilité extrême: & n'en ſont pas mieux miſcibles à l'eau: il faut donc chercher ſi quelqu'autre ſubſtance remplit mieux cette fonction.

Des ſubſtances co-extractives.

Les pharmaciens ont confondu ſous le même nom d'extrait, des corps tous différens: mais ſurtout deux ſubſtances qu'on trouve ſouvent réunies, & qui ſont toutes deux colorées; l'une eſt cette partie extractive, ſoluble dans tant de menſtrues, qui colore le vin, & dont nous avons déjà parlé. L'autre eſt auſſi une partie extractive, mais ſeulement par l'eau, ce qui donne des moyens bien aiſés de la diſtinguer. Le guayac en fournit un exemple; lorſqu'on en a épuiſé toute la teinture qu'en peut tirer l'eſprit de vin, il en reſte encore une extractile par l'eau, & c'eſt celle dont nous parlons.

Elle entre pour beaucoup dans la flamme que produiſent les plantes par la combuſtion: car, lorſqu'on met brûler le romarain après

D avoir

avoir épuifé celle qu'il contient, de façon que l'eau n'en reçoit plus de faveur par la décoction; à peine alors jette-t-il quelque flamme: ce qui explique la caufe de la déperdition des bois qui ont fouffert le flottage, dont l'eau a enlevé cette matiere aquo-extractile, qui fait en eux, finon le principal, du moins une grande partie de l'aliment du feu.

Cette matiere différe par le goût & par la faveur, autant que les divers individus où elle nait: noire dans le romarain, verte dans la fumeterre, brûnatre dans l'écorce de Quinquina, car le prétendu fel qu'on en tire à la façon de Mr. de la Guaraye, n'eft que cet aquo-extractif déffêché; elle a mille variétés accidentelles; mais elle eft toujours conftante dans fes propriétés pofitives, toujours foluble dans l'eau, toujours imflammable, & toujours donnant de l'acide, de l'huile dans fa diftillation, & de l'alkali fixe dans fes cendres.

La lâche connexion de fes principes pourroit auffi fervir à la caractérifer, car elle eft fi facile à décompofer, qu'on ne peut la purifier fans la détruire: à chaque fois qu'on paffe fa diffolution fur le filtre, il s'y dépofe de la terre, il s'en forme même beaucoup dès la premiere, & elle fe réduit toute ainfi à proportion qu'on pouffe les purifications; d'où l'on voit le cas qu'on doit faire de celles des pharmaciens qui y prennent tant de foins.

Il eft, je penfe inutile, de vouloir prouver que ces fubftances co-extractives puiffent être nutritives, ou le devenir par leur mêlange avec les huiles: elles font elles-mêmes trop huileufes, ou plûtôt trop réfineufes (s), pour en corriger les défauts; & d'ailleurs leur
Add. grande impoffibilité, c'eft de n'être pas dans une quantité fuffifante pour fervir à cet ufage. Les mêmes raifons excluent les autres fubftances, qui peuvent encore fe trouver dans les alimens, & laiffent aux muqueux feuls ce grand privilege: en forte qu'on peut les ob-

mettre,

(s) Comme cette matiere verte qui couvre la furface de toutes les parties herbacées, matiere d'une nature fi réfineufe qu'elle brule comme les réfines, & fe diffout dans les mêmes menftrues.

mettre, & paſſer aux conſéquences qui ſuivent de toutes ces obſervations; mais on peut faire quelques queſtions ſur la nature du corps muqueux, qu'il eſt eſſentiel de réſoudre auparavant.

Queſtion ſur le corps muqueux.

Si le corps muqueux eſt la ſeule partie nourriſſante des alimens, que tous les autres en modifient ſeulement l'uniformité, & que les oléagineux ſoyent inſuffiſans pour ſubſtanter, ſoit lorsqu'on les conſidere ſéparément, ou qu'on les conſidere en combinaiſon, quelle eſt donc la compoſition de cette ſubſtance nutritive, & pourquoi fournit-elle de l'huile? Cette queſtion importante n'en ſeroit point une s'il falloit s'en tenir à la déciſion du célébre Sthal, & peut-être à celle d'autres grands hommes, qui penſent d'après lui que le muqueux eſt compoſé d'huile & d'acide; mais comme la définition de ce Chymiſte immortel (*t*), telle qu'on la lit dans ſa théorie de la fermentation, ne me paroit point juſte, j'oſerai propoſer mes idées & la diſcuter.

„La fermentation, dit *Sthal*, eſt ce mouvement par lequel „des molécules innombrables, compoſées de ſel, d'huile, & de terres „liées entr' elles, non intimément, ni très ſtrictement, mais d'une „certaine maniere, ſe heurtent &c."

Ce qui choque dabord dans cette définition, c'eſt la connexion lâche, dont Sthal ſuppoſe les molécules liées entr' elles; mais, comme ce n'étoit pas toujours ſa façon de penſer, & qu'ailleurs il la peint bien différente; pour ne pas s'arrêter a combattre cette opinion, je n'ai qu'à le citer lui-même. Ch. 4.

„Le mouſt récent eſt une liqueur diaphane & uniforme, où il „eſt ſi difficile d'appercevoir le moindre veſtige d'huile, qu'on le pren- „droit

(*t*) T. de F. ch. 2. *Fermentatio eſt numeroſiſſimarum molecularum ex ſale, oleo, & terra, (non intime quidem & firmiſſime, aliquantum tamen,) connexarum motus per fluidum aqueum, colliſorius & attritorius, quo nexus - - - - ſenſim labe factatur.*

„droit pour une vraie diſſolution ſaline; le ſucre fait auſſi une liqueur „des plus limpides & des plus uniformes lorsqu'il eſt diſſout & clarifié".

On pourroit ajouter qu'alors il ne dépoſe point & qu'il fait de grands criſtaux: mais il eſt inutile d'en dire davantage: je remarquerai ſeulement que cette définition ſemble faite exprés pour ce co-extractif aqueux, dont nous venons de parler; ce qui n'eſt pas un de ſes moindres défauts.

Une omiſſion eſſentielle infirme auſſi cette définition: parmi les principes dont Sthal compoſe le corps muqueux, il néglige celui de l'air, il n'en dit pas un ſeul mot, & cependant il en contient une ſi grande quantité, qu'il entre pour un cinquiéme, ou un quart même, dans le tartre, qui n'eſt que ſon produit. Or, comme on ſait par les démonſtrations modernes, que l'air ne peut entrer dans une combinaiſon, que lorsque ſes particules individuelles y ſont en diſſolution, que dès qu'elles ſe réuniſſent, devenant élaſtiques par leur aggrégation, elles ne peuvent reſter engagées, mais s'echappent auſſitôt: il faut néceſſairement que l'air y entre comme principe conſtituant, & peut-être comme le plus eſſentiel.

Mais la ſuppoſition de l'huile eſt-elle fondée? C'eſt ce que je combats principalement, & que je crois renverſer par les conſidérations ſuivantes.

Add. Si l'huile en ſubſtance ſervoit à la compoſition du corps muqueux, l'une ou l'autre de ces deux ſuppoſitions ſeroit indiſpenſable, il faudroit 1°. que l'huile fut préexiſtente aux végétaux dans les élemens pour parvenir de là dans leurs organes. Ou 2°. qu'elle fût dans ces organes eux-mêmes. Or cette premiere préexiſtence de l'huile requiert pour agens créateurs, des élémens tels que l'air ou la terre, qu'il me paroit bien difficile de rendre propres à remplir cette fonction; mais de plus elle requiert une ſolubilité aqueuſe dans cette huile, qui eſt impoſſible, qui n'exiſte point, ſans laquelle elle ne pourroit s'introduire dans les pores aſpirans des racines, & des plantes qui

ſont

ſont toujours ſous l'eau (*u*), ce qui rend nulle par cela même cette création.

L'huile de pétrole eût pu jadis former quelqu'objection ſur cette préexiſtence, mais je ne m'étendrai point à prouver combien elle y eſt inutile; puiſque les obſervations modernes ne permettent plus de douter, qu'elle eſt d'origine végétale, qu'elle vient des bois enſévelis & changés en charbon de terre, après d'anciens bouleverſemens, d'où les feux ſouterrains l'ont enſuite ſublimée & rectifiée; que d'ailleurs elle eſt inſoluble dans l'eau, qu'elle ne peut ſe mêler avec elle, & qu'on l'y trouve toujours ſurnageante; en ſorte que, ſi les ſpéculations pouvoient faire naître quelques ſoupçons ſur la création élémentaire de cette huile, l'analyſe en démontreroit bientôt toute l'inutilité.

Mais, ſi la préexiſtence de l'huile hors des organes des plantes n'eſt pas fondée, ne peut-elle pas avoir lieu dans ces organes eux mêmes? L'hiſtoire de la germination le décidera.

L'intérêt a obſervé celle du blé, lorſqu'on en veut faire de la bierre: les regards avides & vigilans de cette divinité l'ont examinée très ſoigneuſement: nous profiterons de ſes remarques.

Pour exciter la germination du blé, on l'humecte, on le fait macérer, & on l'étend par couche dans des gréniers, en l'aroſant d'eau chaude. Alors arrive le phénomene ſolutionnaire: il germe; mais s'il a trop germé, que la radicule ait plus de deux lignes, même d'une ligne & demie, c'eſt autant de perdu pour la bierre, & l'on en a d'autant moins, que la germination paſſe les bornes. Or la bierre n'eſt que le corps muqueux changé en liqueur vineuſe, c'eſt un fait qu'on ne conteſte plus: lors donc que le grain ſe conſume pour la plante, ce ne ſont pas des huiles qui, les premieres créées, forment le muqueux au

(*u*) Tous les jours on fait croitre des plantes dans des vaſes on il n'entre que de l'eau, & leurs fleurs en ſont pourtant auſſi belles que celles qui viennent dans les parterres: on y a même fait croitre des arbres, & les expériences de Mr. Du Hamele ſont ſur cet article on ne peut plus déciſives.

au détriment de la bierre; mais c'eſt au contraire le muqueux qui déjà fait & créé, s'employé tout à former l'acide de l'herbe naiſſante, & qui auroit donné des eſprits & diverſes huiles, ſi l'on l'eût ménagé: donc elle ne crée point le muqueux, mais elle en eſt au contraire la créature, comme le vin, le vinaigre, & tous les autres produits.

Cette remarque de la perte du muqueux à proportion que la plante germe, jette auſſi, ce me ſemble, le plus grand jour ſur les phénomenes de la végétation; & décide qu'elle lui doit tout ſon être.

Mais, ſi l'huile n'entre pas dans la compoſition du corps muqueux, quelle eſt donc la ſubſtance qui en joue le rôle, puiſque ce corps en fournit tant, & qu'eſt-il lui même? Il me paroit qu'il ne falloit qu'une diſtinction pour réſoudre toutes ces difficultés: c'eſt qu'au lieu des ſubſtances dont on le veut compoſer, il ne faut prendre que les élémens de ces ſubſtances, & non les compoſés tout faits. Si Sthal n'eût pas confondu l'huile, telle qu'il la définiſſoit, avec celle qu'il ſoumettoit à l'analyſe, je l'aurois cru volontiers ſur la voye de la verité (*x*): car dans la définition des huiles, il les dit compoſées du principe aqueux, uni à celui du feu, ce qui ſans doute eſt un des mixtes du corps muqueux; mais ce n'eſt point l'huile qu'il diſtilloit, ou qu'il donne d'ailleurs pour exemple; puiſqu'il eſt démontré par une ſimple digeſtion avec l'alkali fixe, que l'huile la plus tenue contient un acide (V. art. du vin.) & peut-être, pour toucher à la vraie définition de cette ſubſtance, ne faudroit-il plus qu'ajouter l'air à cette fauſſe huile de Sthal, à ce mixte compoſé d'eau & de phlogiſtique, mettant pour baſe un acide.

Réſumé.

Dans les alimens il n'eſt qu'une ſeule ſubſtance nourriſſante, & les autres n'en ſont que l'aſſaiſonnement; cette ſubſtance qu'on nomme le corps muqueux, jouit de ce privilege parce qu'elle eſt com-

(*x*) T. de la F. ch. 11. 51. *Conſtat ex una numero particula & una numero aquea, oleum.*

composée de principes qui peuvent se prêter à toutes sortes de combinaisons, & non de substances déjà formées qui seroient immuables: en sorte que, dès qu'elle est décomposée, les êtres auxquels elle donne naissance, ne sont plus propres à cet usage; parce qu'ils ne peuvent se changer en nos humeurs, ni se recombiner comme auparavant, & de là suit: que la gelée est essentiellement un muqueux non décomposé (y), ainsi que l'indique sa consistence gluto-gélatineuse, & que tous les corps de ce genre n'ont qu'une seule & même composition; mais modifiée autant que la combinaison des matieres étrangeres peut y causer de variation.

Aussi leur sympathie, leur confusion, le sentiment de plaisir qu'ils font éprouver dans la nutrition, concourent également, à les faire juger par cette fameuse regle des affinités; cette regle qu'a dicté une expérience de tous les tems: (*Similia similibus gaudent.*)

SECONDE PARTIE.

La premiere partie de ce discours a été destinée à déterminer les parties vraiment nourrissantes des corps alimentaires; on a essayé avec le secours d'Hermés, d'éffacer le coloris par lequel nos regards arrêtés pouvoient prendre pour des différences essentielles, de simples apparences; on a cru voir, lorsque leur obscur tissu a été découvert, une seule & même substance, dont l'identité n'étoit altérée que par quelques molécules qui l'assaisonnoient, où par des modificatious dont la varieté distinctive démontroit un art d'autant plus infini, que la simplicité en est extrême.

Cette seconde partie sera employée à découvrir l'usage de cette substance dans l'éconnomie animale, & à éclaircir les faits qui peuvent répondre aux demandes accessoires de l'Academie.

Des

(y) Sa différence paroit venir de quelque matiere grasse attenuée, & c'est sans doute ce qui lui donne ce penchant à se putréfier: car Sthal observe ch. 20. p. 282. T. de term. que l'huile ténue mêlée aux muqueux qui fermentent, les fait pourrir.

Des préliminaires de la digeſtion.

Dès que les humeurs ſont diſſipées des vaiſſeaux, qu'ils ſont à vuide; l'animal n'éprouvant plus cette réaction des ſolides ſur les fluides, cet eſpece d'équilibre, dont dépend la liberté des fonctions; il tombe dans l'affaiſſement; mais le premier des beſoins, la faim, le tire bientôt de cet état.

La faim s'annonce par une legere chaleur dans l'eſtomac, par un chatouillement qui dégénere en une irritation brûlante, l'animal baaille, ſa bouche devient ſéche & puante; ſon pouls eſt plus fréquent; il tombe enſuite dans des ſyncopes réiterées, & la mort ſuivie de la putréfaction la plus prompte & la plus fétide en eſt la fin.

Ce terrible beſoin force tous les animaux d'en chercher la délivrance; la brute, quoique naiſſante, guidée dès lors par un inſtinct ſûr ſe porte immédiatement à la ſource qui doit le ſoulager; mais l'enfant réduit aux cris & aux plaintes ouvre vainement la bouche.

Dès que l'eſtomac eſt rempli, la faim ceſſe, les alimens en diſtendant les parois de ce viſcere; diminuent, effacent le froncement de ſes vaiſſeaux; & l'irritation famélique dont le ſiege étoit dans ſes plis, à cauſe du ſang qui s'y arrêtoit, ſe diſſipe avec leur dégorgement. Mais, avant que les alimens ſoyent parvenus dans l'eſtomac, ils ont éprouvé une action qui les a réduits en pâte; une roſée de ſalive, qui pleut de toute la ſurface intérieure de la bouche, les a pénétrés en même tems qu'ils étoient hachés par les puiſſances deſtinées à la maſtication. Quelle eſt la nature de cette roſée, & comment agit-elle?

De la ſalive.

Suivant le ſyſteme reçu des phyſiologiſtes, la ſalive eſt un eſpece de ſavon, ou tout au moins d'un caractere ſavonneux; car, ſuivant eux, elle mouſſe, elle ſe mêle à l'eau, aux huiles eſſentielles, & d'ailleurs en remplit les fonctions: mais l'on voit des ſubſtances, telles que le blanc d'oeuf où l'on ne peut ſoupconner aucun ſavon, de-

venir

venir mousseuse avec une facilité extrême, & d'autres, quoique de nature aussi peu savonneuse, telles que le sucre & le jaune d'oeuf, s'unir aux huiles essentielles aussi facilement que la salive; en sorte que ces rapports, bien loin de la rapprocher des savons, la rangent parmi des corps absolument opposés. De même des expériences moins fondées sur une simple apparence l'en éloignent plus encore: l'alkali fixe qui ne dénature point le savon; détruit une partie de la salive, la change en esprit urineux, & se coagule avec l'autre.

Les acides qui décomposent le savon, quelqu'affoiblis qu'ils soyent, n'operent sur la salive qu'une coagulation, & il en est de même de l'esprit de vin, tandis qu'il dissout ce premier: d'ailleurs, si l'on veut opposer le physique au physique, décrire sa douceur, sa transparence & sa viscosité; bien loin de la trouver analogue au savon, on la verra s'identifier au contraire avec les corps muqueux lymphatiques.

Une seule circonstance pouroit jetter quelque doute, sinon sur la base de la salive, qui est évidemment un muqueux animalisé; du moins sur cette partie, dont il s'éleve un esprit urineux par l'alkali fixe: on pouroit la soupçonner d'être de nature ammoniacale, si elle n'est pas savonneuse, & ces soupçons seroient fondés: pour en terminer l'incertitude, je crus qne la voye des doubles combinaisons, étoit le meilleur moyen possible: en conséquence, je fis une dissolution de vitriol bleu, je versai dessus de la salive & je remuai ce mêlange très longtems; la salive se coagula, prit un oeil bleuâtre, mais ne subit aucune décomposition, non plus que le vitriol, quoique laissé ensuite en repos très longtems. Or, comme l'acide vitriolique n'eût pu rencontrer l'alkali volatil prétendu sans s'y unir, & sans que le cuivre ne fut précipité; il suit puisque, la chose n'arrive pas, que cet esprit urineux est le produit d'une destruction, & non celui d'un simple dégagement, que l'alkali fixe le crée & ne le développe pas seulement des liens de sa combinaison: ce qui démontre que ce principe n'est nullement savonneux, ni ammoniacal.

 Mais

Mais qu'eſt-il donc ? Il me paroit qu'on peut l'apprétier d'une maniere juſte, ſi l'on juge de ſa nature par celle du principe qu'on a vu plus haut, à l'article de la gelée, jouer les mêmes phénomenes ; dont l'alkali volatil détruiſant la compoſition, créoit un eſprit urineux, dont la fermentation étoit ſi prompte, & dont les propriétés m'engagerent de le ranger parmi les corps qu'on nomme eſprits : il me paroit par la conformité de leurs effets, qu'il eſt de même un eſprit ; & de plus, en conſidérant les raiſons de ſa préſence dans la ſalive, qu'on peut en déterminer jusqu'à l'eſpece.

Les glandes, comme le ſavent les anatomiſtes, ſont plus tiſſues de nerfs qu'aucune autre partie ; & l'on ne le remarque que trop, lorsqu'elles ſont cancéreuſes, par l'atrocité des douleurs qu'elles cauſent. Or les glandes ſalivaires, ſurtout les parotides, en ſont ſi fort entrelacées, qu'une forêt ne l'eſt pas plus de ſes rameaux : c'eſt la comparaiſon des gens de l'art : en conſéquence leur ſécretion doit s'en reſſentir ; les filets nerveux qui s'y terminent, doivent néceſſairement y verſer la liqueur qu'ils filtrent (z), & cette liqueur ne peut-être que nerveuſe : mais c'eſt celle qui s'unit à la lymphe de la ſalive, c'eſt auſſi celle qui devient urineuſe par l'alkali fixe (a) ; donc ce principe eſt l'eſprit nerveux.

En partant d'après ces conſéquences, il ſuit que la ſalive eſt compoſée de lymphe & de beaucoup d'eſprit nerveux : ſi elle mouſſe, c'eſt ſans doute que le ſang qui arrive aux glandes ſalivaires, a presque toute ſa chaleur, & ſa viteſſe primordiale ; car, pouſſé dans une courbe auſſi douce que l'eſt la croſſe de l'aorte, il doit entrer aux carotides, comme ſortant immédiatement du coeur, & des carotides aux glandes ; le chemin eſt ſi court, qu'il ne peut-être beaucoup

(z) En exprimant un nerf, on en fait couler une humeur très claire.

(a) On voit que l'alkali fixe en le détruiſant donne le moyen d'en calculer la quantité ; qu'on peut par un acide retenir l'alkali & le péſer enſuite : on ſçauroit par là la quantité au moins rélative de l'eſprit nerveux de chaque humeur &c. Cela ne ſçauroit être difficile à ceux qui ont les inſtrumens néceſſaires.

coup retardé. La ſécrétion elle même ſe fait promptement, elle eſt chargée d'eſprit; il faut bien qu'en raiſon de ces cauſes réunies, la lymphe ſoit plus mouſſeuſe que celle du ſyſteme lymphatique.

Après toutes ces particularités ſur la ſalive, on n'eſt plus étonné de ſon extrême facilité à recevoir toutes les impreſſions, & à s'impreigner de tous les miasmes: ſi le levain de l'hydrophobie communique ſa vertu pour peu qu'il pénétre les humeurs; ſi la ſalive en prend le caractere en un inſtant, lorsque les animaux entrent en fureur, comme il paroit par leur morſure, même celle de l'homme, qui eſt ſuivie de convulſions & des autres fâcheux ſymptomes de la rage; on ne trouve dans ces étranges phénomenes qu'une ſuite néceſſaire de la quantité d'eſprit nerveux, dont la ſalive eſt douée, de leur atténuation, & de leur grande corruptibilité.

On ſent de quelle importance ſon action doit être dans la digeſtion, ce qu'on doit perdre en la perdant: d'où vient qu'une maſtication précipitée, rend les alimens ſi lourds ſur l'eſtomac, & pourquoi les perſonnes âgées machent ſi longtems. Il eſt inutile de remarquer, que, par cet interméde lymphatique nerveux, les molécules alimentaires ſont détrempées & pénétrées d'un levain, qui les prépare à la fermentation animale.

De même, les raiſons de tous les changemens de la ſalive, ſuivant les divers états de la machine, paroiſſent auſſi néceſſaires que ſimples. Si celle du matin eſt amere & déſagréable; c'eſt que pendant le ſommeil, où toutes les fonctions ſont ſuſpendues, où les humeurs croupiſſent & ſe dépravent; la nature a voulu tirer parti de cette dépravation même, & corriger tous les accidens les uns par les autres: dans ce deſſein, l'eſtomac qui s'étoit engourdi, de même que les autres viſceres oiſifs, reçoit une ſalive devenue legérement purgative, qui le reveille, qui l'irrite & le débaraſſe: en ſorte que, par cet art, la faim & tous les deſirs renaiſſent à la fois.

La ſalive eſt, comme on voit, d'une utilité eſſentielle dans l'action préparatoire à la digeſtion; mais non à la digeſtion elle-même:

E 2 elle

elle pouroit à la rigueur s'en passer: cherchons quelles circonstances, quelles conditions y sont absolument nécessaires: & pour cet effet connoissons les phénomenes qui suivent de cette belle opération de la nature.

De la digestion.

Lorsque le bol alimentaire est entré au pharynx, à l'aide des muscles déglutiteurs, du voile du palais & de la base de la langue; il parvient de là dans l'oesophage, qui se contractant aussitôt, s'en dégorge dans l'estomac; forcé de s'ouvrir cette voye par les obstacles superieurs, ce viscere étant rempli, on sent peu de tems après un gonflement près du scrobicule, la respiration devient haute, & moins aisée, on éprouve un engourdissement qui conduit au sommeil: le visage s'anime, les yeux s'enflamment, mais la vue & l'imagination ont moins de netteté. Environ une heure après, un nouveau gonflement nait dans la région hypogastrique; on rend des urines claires, qui participent de l'odeur des alimens, la transpiration diminue, & les excrémens sont retenus, à moins qu'on n'ait comme le pigeon, un tempérament lâche. Est-ce l'action des sucs gastriques; est-ce la trituration des parois de ce viscere, ou la fermentation que les alimens y subissent, qui produisent tous ces symptomes de la digestion? En les examinant chacuns à part, il sera facile de répondre à cette question.

Du suc gastrique.

Le suc gastrique, regardé jadis comme un ferment universel dont la force changeoit les corps étrangers en sa propre substance, fut en conséquence réputé l'auteur de la digestion: mais les observations qu'on fit par la suite, le démirent bien complettement d'une fonction aussi corrosive: on vit qu'il ne pourroit être si destructif, sans détruire le lieu même où il est toujours; on vit que sa destination devoit être d'adoucir plûtôt que d'irriter, & que s'il ne préservoit les tuniques de l'estomac du frottement des corps, ce viscere entre-

entreroit dans des contractions continuelles, ainſi qu'on l'éprouve dans le gaſtritis, même au premier degré; où les ſucs n'étant plus filtrés, à cauſe de la conſtriction phlegmonique, l'eſtomac, par ſa nudité, eſt bleſſé, & offenſé de tout.

D'ailleurs, comme l'expérience enſeigne que le ſuc s'épaiſſit ſur le feu, de même que le bouillon; & qu'il a toutes les autres propriétés des gélatineux, excepté peut-être une altération de matiere fermentante, que ſemble indiquer ſon goût fade & déſagréable: il eſt clair qu'il n'eſt pas plus le menſtrue transmutatif des alimens, que ne le ſeroit la gelée, ou toute autre matiere muqueuſe chargée d'un levain qui pouroit hâter & faciliter les phénomenes de leur décompoſition, mais non les créer: ce qui eſt l'eſprit de la prétention. La véritable action de ſes ſucs eſt d'achever l'amolliſſement des parties ſucculentes concretes, de les réduire en bouillie, & vraiſemblablement de déterminer à la fermentation tout ce qui en eſt ſuſceptible.

Ils préparent les molécules alimentaires, à peu près comme le ſont les grains de blé deſtinés à faire de la bierre: ces grains par les travaux préliminaires ſe ſont amollis & diſtendus; la partie farineuſe s'eſt adoucie, eſt devenue émulſive, on peut l'exprimer & l'extraire aiſément de ſon enveloppe: de même les molécules alimentaires ſont liquéfiées & rendues laiteuſes; mais, au lieu que le blé n'eſt imbu que d'eau pure; le chyme l'eſt de ſucs animaux fermentans, propres à l'aſſimiler.

La trituration gaſtrique peut-elle être, davantage que le ſuc, l'agent décompoſiteur des alimens?

De la trituration gaſtrique.

Des eſprits plus inclinés aux forces apparentes de la Méchanique qu'à celle de la Chymie, en bannirent jusqu'au moindre effet dans les phénomenes de la digeſtion: on vit Pittcarn & Hecquet attribuer aux plis de l'eſtomac, l'action que produiroient d'énormes pilons: mais ces triturans, auſſi pitoyables anatomiſtes qu'ignorans

 Chymiſtes,

Chymiſtes, ne remarquoient pas qu'au rebours de leur ſyſteme, plus l'eſtomac eſt plein, plus il perd de ſes plis; & qu'on peut les couper tous, ſans intéreſſer les autres membranes: ils imaginoient de grandes forces dans un foible velouté, & ils en admettoient où elles ſont inutiles: car les machoires ayant fait les fraix du travail méchanique, l'eſtomac ne peut avoir d'autres fonctions à remplir, qu'à ſe prêter à la fermentation de la pâte alimentaire, comme ſa capacité l'indique aſſez.

De la fermentation alimentaire.

La ridiculité de la fermentation gaſtrique ſe démontrant de reſte par la ſeule inſpection de ce viſcére; de meme les ſucs dont il eſt abreuvé, n'étant qu'acceſſoires à la digeſtion, il ne reſte que l'action naturelle de la matiere même alimentaire, que ſa fermentation qui puiſſe en être l'auteur, & répondre à tous les phénomenes de ſa décompoſition. En effet, lorsque les alimens ont reçu leur derniere préparation dans l'eſtomac; il ſurvient un nouveau gonflement qui n'a point de rapport avec le premier: celui-ci ne venoit que de la maſſe alimentaire; l'autre eſt la ſuite du bourſouflement de cette maſſe; ſon introition dans les inteſtins, qui auroit du la diminuer, bien loin de là, l'augmente partout: ce qui ne peut arriver que par une autre cauſe.

Dans ce même tems, l'air ſe développe, il ſe mêle aux vapeurs des alimens, & ſe raréfiant par la chaleur, il s'ouvre une iſſue, & forme ces premiers rapports, qui participent ſi fort de l'odeur des mets: par la ſuite, devenus plus fades & plus dégoutans, ils prennent toute la fadeur d'une matiere qui fermente; & leur odeur eſt inſoutenable, ſoit qu'on vomiſſe, ou qu'on ouvre alors les animaux.

Ces phénomenes caracteriſtiques ſont des ſignes auxquels, à ce qu'il me paroit, on ne peut méconnoître la fermentation; & qui démontrent à la fois la néceſſité de cet agent ſpontané pour la digeſtion, comme celle du corps muqueux pour, s'y prêter: mais pour

s'en

s'en convaincre mieux encore, ſuivons les jusqu'à la fin; voyons ſi le chyle n'eſt pas fait, ce qui en ſera la démonſtration.

Du chyle.

Lorsque ce bourſouflement du chyme ſe fait ſentir, il s'éleve un eſprit fade, qui relâche le ſphincter du pylore, & qui le fait couler par ſon propre poids dans le duodenum; la tumeur qu'il forme, ſuit les alimens: parvenus dans la région ombilicale, ils la dilatent: le diaphragme en eſt gêné; l'aorte ventrale en eſt comprimée, & de là tous les accidens qui arrivent aux ſens & à la reſpiration. Car, l'origine des nerfs étant comprimée par le refoulement du ſang inférieur, il ſe filtre moins d'eſprits, l'animal s'endort, il n'aſpire qu'au repos, & Vénus même n'a plus d'attraits pour lui.

Le chyme introduit dans le duodenum, ſe trouve dans un viſcere dont les circonvolutions ſont uniques, dont l'eſpace eſt ſi conſidérable qu'il égale quelquefois celui de l'eſtomac, & dont la texture donne paſſage à deux menſtrues abondans dès ſon origine, en même tems qu'elle fourmille de ſources, par les lacunes dont elle eſt percée d'un bout jusqu'à l'autre. Ces deux menſtrues qui ſont l'humeur pancréatique, & la bile, inondent le chyme quand il s'introduit dans le duodenum, ils le diſſolvent; les ſources des lacunes en augmentent l'action: & en conſéquence tout mouvement de fermentation ceſſe, ainſi que toute ſa décompoſition ſpontanée; & cependant c'eſt alors que le chyle eſt aſpiré; il faut donc que la fermentation gaſtrique en ait opéré la digeſtion, & qu'elle en ſoit la condition eſſentielle: car les humeurs qui l'inondent ne font que le liquéfier, le diſſoudre & le rendre plus extractible: en les conſidérant on s'en convaincra tout a fait.

Du ſuc pancréatique.

Tous les auteurs s'accordent ſur la parité de l'humeur pancréatique avec celle des glandes ſalivaires, à l'égard de ſa viſcoſité & de

de ſa forme mouſſeuſe; mais quelques uns y admettent une acidité, qui, ſuivant eux, la différentie. Silvius & Verrheyen ſurtout, qui acheta une vache, uniquement pour l'employer à éclaircir ce doute, aſſurent d'après leurs expériences, que cette humeur eſt acidule; mais, en ſuppoſant le fait, je demande ſi la conformité des humeurs chez les animaux eſt telle que la nature de l'une puiſſe décider de la nature de l'autre: & ſi l'acidité de l'humeur pancréatique de l'homme, eſt bien démontrée parce qu'elle l'eſt dans la vache.

D'ailleurs, peut-on bien compter ſur des démonſtrations pareilles, & peut-on conclure par les réſultats des tentatives faites ſur des animaux martiriſés & irrités, qu'une humeur contient telle ou telle ſubſtance, dans l'état de tranquillité & de bien-être. Ne cauſe t'on pas aux animaux qu'on déchire les plus terribles inflammations? Et dans ce cas toute l'oeconomie animale n'eſt-elle pas troublée? On ne peut nier que les parties inſenſibles ne le deviennent alors vivement; que le ſang rouge n'injecte les vaiſſeaux, où il ne circuloit que du ſang blanc: & je demande s'il eſt aiſé alors, de décider de ſemblables queſtions par des obſervations auſſi infideles.

J'avoue que, conſidérant ſous ce point de vue toutes ces expériences cruelles, & ne croyant pas qu'on puiſſe enrichir l'art, en s'y prenant ainſi, d'aucune verité ſûre & hors de doute, ſinon des ſuites funeſtes de la deſtruction; en conſéquence je n'en ai point fait, que je ne me ſuis pas même ſervi de celles des autres, & que j'eſpere avoir évité la peine de méditer ſur des incertitudes.

Il eſt de même aiſé de ſentir que l'anatomie ne peut reſoudre ce point de diſcuſſion chymique. Car, quoiqu'elle démontre que la conſtruction du pancréas, & celle des glandes ſalivaires, comme les parotides, ſont d'une ſi parfaite conformité, qu'aucun anatomiſte ne ſauroit les diſtinguer ſur des tranches coupées à chacune d'elles; cependant ce n'eſt point une preuve que leurs ſécrétions ſoient auſſi ſemblables, & ce n'eſt tout au plus qu'une induction.

Mais

Mais, si l'Anatomie ne décide pas du suc pancréatique, elle enseigne d'autres vérités sur le pancréas lui-même, qui décident de l'usage de son suc: elle démontre par sa grosseur, qui l'emporte de beaucoup sur celle de toutes les glandes salivaires réunies, combien la sécrétion doit en être abondante; elle le marque encore par le nombre de vaisseaux qu'il reçoit de la splénique, dont le sang y est entrainé par son propre poids: elle démontre, par sa position, la chaleur active du liquide qui s'y filtre, le tems où se fait la sécrétion, & par là, quelle en est la vraie fonction: car, situé derriere l'estomac, environné de partout, appliqué obliquement dans son milieu sur le corps des vertebres, comme une langue, & s'unissant vers son extrémité au duodenum, il se dégorge dans l'instant que le chyme s'écoule de l'estomac, qui est aussi celui où il est comprimé par le viscere, & confond son humeur avec le chyme: en sorte que son action est de dissoudre & de fondre ce qui est succulent, d'en achever la détrempe, en conséquence d'en arrêter toute fermentation, qui n'a lieu qu'avec le repos; & de donner la liquidité requise au chyle pour son extraction; mais non de créer, ou de changer les molécules alimentaires en molécules chyleuses; ce à quoi ce menstrue n'est pas plus propre, que le suc gastrique, ou la salive. La bile qui produit de concert avec lui tous ces effets, n'est pas plus transmutative; on le voit déjà,

De la Bile.

La bile est un liquide brunâtre, très visqueux, sans odeur, d'une amertume affreuse, qui ne fait aucune effervescence avec les menstrues corrosifs, & qui peut servir d'intermede pour unir les huiles essentielles à l'eau.

Cette particularité qui lui vient de la matiere amere & brune qui est jointe à sa base visqueuse est aussi celle qui la distingue des autres humeurs lymphatiques; car d'ailleurs elle s'unit intimément avec tous les muqueux, & en a toutes les proprietés essentielles. Cette matiere

 qui

qui ſans doute ſeroit très intereſſante à connoitre, à cauſe des altérations qu'elle doit cauſer au chyle, ne l'eſt point encore.

L'Anatomie indique bien le méchanisme de cette ſécrétion ſinguliere; elle découvre que la veine porte qui ramaſſe le ſang de toutes les veines des inteſtins, va ſe décharger dans le foye; que le ſang en eſt amer & noirâtre; on dit même chargé de bulles bilieuſes à la vue, tandis que celui de l'artére hépatique eſt vermeil & ordinaire. La Phyſiologie moderne remonte même à l'origine de ces bulles bilieuſes: elle remarque que la marche des alimens eſt retardée dans les flexuoſités des gros inteſtins, comme du colon; que leur fermentation y eſt favoriſée, & que les eſprits pénétrans qui s'en exhalent, s'introduiſant dans les inteſtins, s'uniſſent aux liquides onctueux des membranes qui les ſoutiennent, & y forment la bile.

On ſoupçonne auſſi que la rate y entre pour ſa part: que diſtenduë lorsque l'eſtomac eſt à jeun, elle ſe gorge en occupant ce vuide, d'un ſang qui ſéjourne, qui ſe décompoſe, & s'en décharge dans la veine porte lorsque l'eſtomac la comprime en ſe rempliſſant. Mais l'explication de ce méchanisme, qui ſans doute eſt un grand pas dans l'avancement de cette route obſcure, ne donne aucune idée poſitive ſur la nature de la bile, elle ne démontre point la cauſe matérielle de ſa couleur, de ſon amertume; & ces choſes, toutes du reſſort de la Chymie, ſont encore inconnues.

Comme on a remarqué que les animaux qui n'avoient pas le ſang rouge n'avoient pas non plus une humeur bilieuſe, qu'ils manquoient de foye, & que ſans doute la cauſe de ces privations dépend du même principe; j'attendrai pour tacher d'éclaircir ce ſujet d'être à l'article du ſang.

Cependant, quoique cette matiere brunâtre de la bile ſoit inconnue, il eſt clair qu'elle n'altere autrement le chyme, qu'en ajoutant un nouveau corps à ſa compoſition, qu'en le ſurcompoſant, qu'en développant tout à fait les molecules chyleuſes, & non en les créant.

De

De l'extraction du chyle.

Les alimens ayant éprouvé l'action de toutes les humeurs du duodenum, les molécules chyleuſes ſont liquéfiées ; la fibre ligneuſe intacte, comme il eſt aiſé de le voir dans les excrémens, en eſt ſéparée, & le liquide chyleux eſt à peine arrivé dans le jejunum, qu'en un inſtant il eſt aſpiré : la ſurface veloutée de cet inteſtin, que la quantité de ſes valvules rend triple ; la contraction de ſes tuniques muſculaires, & celle de tous les muſcles du bas ventre, ſont des moyens avec lesquels le chyle ne peut croupir. Des pores abſorbans de ce viſcere, le liquide entre dans les vaiſſeaux lactés ; de là il ſe rend dans la cavité des glandes meſaraïques, où la lymphe & la ſécrétion du ſang artériel qui s'y trouvent auſſi, ſe confondent avec lui : le mêlange arrive dans le réſervoir de Pecquet, gagne le canal thorachique, & ſe perd avec le ſang de la veine ſouclaviere, dans le torrent de la circulation.

Jusqu'ici la Nature s'eſt ſervie de tous les moyens qu'une Chymie douce, tranquile, mais toujours laborieuſe, pourroit employer pour une décompoſition. Elle a diviſé la matiere alimentaire par les forces méchaniques de la bouche, elle l'a digérée par cette eſpéce de fermentation que permet l'eſtomac ; circonſtance qui en eſt la condition eſſentielle : & enſuite, par l'action des menſtrues du duodenum, elle a rendu facile, l'extraction des molécules chylifiées.

Ici changeant tout à coup de méthode, elle ſe ſert des forces les plus actives, & par toute l'atténuation que peut cauſer un frottement exceſſif, elle donne la derniere main à ſon ouvrage.

Du changement du chyle en ſang.

Le chyle, parvenu dans la veine ſouclaviere, ſe précipite avec le ſang veineux dans la cavité droite du cœur : les fibres tenues & ſenſibles de ce muſcle creux, entrent en contraction ; elles le lancent dans l'artére pulmonaire ; il en parcourt en un inſtant toutes les ſubdiviſions, & arrive dans ces vaiſſeaux intermédiaires entre les veines & les arteres,

 dont

dont l'épanouiſſement couvre les véſicules qui terminent les bronches: là, diviſé comme les vapeurs, ſon cours ſeroit ſuſpendu, ſi l'inſpiration ne l'en faiſoit partir, avec toute la viteſſe que peut communiquer une maſſe d'air fortement comprimée: cet effort eſt même ſi grand, qu'il reflue un peu dans l'artere, & qu'il traverſe enſuite les veines, auſſi vite que les conduits artériels. Reçu de ces vaiſſeaux veineux dans la cavité gauche du cœur, du nouveau ventricule qu'il irrite, il eſt renvoyé dans le torrent de la circulation univerſelle, & après quelques heures de révolutions ſemblables, on ne le reconnoit plus; ſon apparence laiteuſe s'evanouit, & ſa ſubſtance n'offre plus qu'un liquide animaliſé & changé en ſang rouge. Cependant le changement que cauſe cette atténuation eſt moins grand qu'on ne penſe: pour s'en aſſurer il ſuffit de revenir ſur ſes pas: le chyle qu'on regarde unanimement comme une eſpece de lait, en contient ſans doute les matériaux, il eſt compoſé comme lui de ſerum, & de corps muqueux coagulable; mais il a de plus des parties colorées que ſon mêlange avec la bile lui a communiquées: & c'eſt ce qui lui donne cette couleur griſe, qui l'en fait différer, & qui doit l'en faire diſtinguer.

Ainſi la circulation a bien changé les accidens de la couleur, elle l'a, ſi l'on veut, transmuée; mais elle n'a pas crée la ſubſtance ni la partie colorante de la bile, qui en eſt la ſource, comme la deſcription du ſang achevera de le juſtifier.

Je m'interromps ici, car je ne puis paſſer ſous ſilence l'opinion des Phyſiologiſtes, ſur les huiles du chyle: ils conſiderent la partie qui eſt ſoluble dans l'eau, comme une huile qui lui eſt unie d'une façon intime, & ils conſiderent encore comme une huile, celle qui eſt indiſſoluble, & qui trouble la tranſparence de la liqueur; ajoutant à la vérité, qu'elle n'eſt que ſuſpendue & non diſſoute: comme ſi ces deux huiles n'avoient pas ſubi la même atténuation, & n'avoient pas eu les mêmes intermedes pour s'unir à l'eau.

Deſcrip-

Description du sang.

Le mot de sang est générique ; il comprend aussi la lymphe qu'on nomme le sang blanc, qui bien plus essentielle se trouve dans tous les animaux.

Celui dont nous parlons est différent dans chaque animal, il l'est d'homme à homme, il l'est même dans l'individu à chaque heure du jour, & cette disparité perpétuelle vient des accidens de sa couleur: les autres altérations qu'il peut éprouver, comme lors qu'il est imprégné de miasmes contagieux, ou de virus, sont insensibles à l'observation.

En le recevant dans un vase, on lui voit perdre peu à peu sa consistance, & changer un peu de couleur; laissé en repos, il se sépare en deux substances, dont l'une toujours liquide & décolorée en partie, devient transparente, & dont l'autre au contraire se caille, & semble attirer à elle toute la rougeur.

Si le vase contient de l'eau, il s'y dissout, & la colore vivement, quoiqu'elle y soit même dans une quantité très disproportionnée à la sienne.

L'esprit de vin se teint aussi de sa couleur, mais le rouge en est moins vif que celui de l'eau. Je m'arrête à ces phénomenes, qui déja jettent assez de jour sur la couleur du sang, pour en tirer des conséquences absolument opposées à celles qui sont reçues, laissant pour un moment tout ce qui concerne son coagulum, son odeur, & ses autres particularités.

On trouve établi dans tous les livres de Physiologie, que la couleur du sang n'est qu'accidentelle; que la cause en est due à la réunion de ses globules, & que, dès qu'ils souffrent une certaine division, elle n'existe plus: cependant, d'après les expériences positives que je viens d'énoncer, on voit au contraire une couleur qui se soutient dans l'eau, quelque division qu'elle éprouve, une couleur que l'esprit de vin peut

Add. extraire, & qui teint les corps. Or ſe peut-il qu'un ſimple accident ſoit extractible, ſoit teignant, & que la cauſe ne ſoit pas un corps particulier, un corps colorant?

Ces prétentions, fondées d'après des obſervations faites au microſcope, qui n'avoient trait en conſéquence qu'à des phénomenes phyſiques; lorsqu'elles ont décidé de la nature même du ſang, ont ſans doute paſſé les bornes de cet inſtrument, & ont pris la réalité pour l'illuſion. Les découvertes du célebre Leuvvenhœk ſont la ſource de cette erreur: cet obſervateur vit ſur l'animal vivant, que lorsque les globules rouges entroient dans les vaiſſeaux capillaires, de ſphériques ils devenoient oblongs; que, dans une filiere plus fine, la forme oblongue augmentoit, & que, dans une plus fine encore, le globule ne s'étendoit plus, mais ſe diviſoit en d'autres plus petits: point de disgrégation qui étoit auſſi celui du phénomene illuſoire; les globules nés de la diviſion n'étoient plus rouges, mais jaunes; & par une ſubdiviſion ſucceſſive & analogue, leur couleur diminuant dans la même proportion, ils paroiſſoient enfin blancs. Lorsqu'au contraire ces globules, par une aggrégation inverſe, ſe réuniſſoient en un ſeul, ils reprenoient leur couleur en ſuivant la même gradation; & le ſang redevenoit rouge. Mais les couleurs ne perdent-elles pas de leur intenſité à proportion qu'elles ſont di-
Add. viſées & étendues! La couleur du vaiſſeau n'étoit-elle pas un fond propre à affoiblir encore celle du liquide! Et ne falloit-il point appuyer de quelques expériences, un phénomene d'optique, où l'illuſion peut ſe gliſſer ſi aiſément, ſurtout dès qu'il s'agiſſoit d'une aſſertion, que la conſidération des particules intégrantes ſembloit combattre (*b*)! Auſſi l'obſerva-

(*b*) L'illuſtre Mr. Rouelle, bien loin de tomber dans cette erreur, non ſeulement a regardé la cauſe de cette rougeur du ſang comme une ſubſtance réelle; mais encore lui a aſſigné une place parmi ces corps qu'il nomme extracto-réſineux qui ſont ſolubles dans tant de menſtrues. Je dois auſſi rendre juſtice à une autre perſonne de grand mérite, à Mr. Petit. Je lui entendu obſerver que le ſang ſembloit devoir ſa couleur à quelqu'autre cauſe qu'à la ſimple diviſion de ſes globules, puisqu'étendu dans l'eau il conſervoit ſa rougeur, & la lui communiquoit.

ſervation des faits poſitifs, qui prouvoient dans le ſang un principe colorant particulier: la ſource de ce principe qui rémontoit originairement à la bile; la comparaiſon du ſang rouge à la lymphe proprement dite, telle qu'elle eſt dans la ſalive, où l'on ne voit aucune couleur; l'exiſtence du fer démontrée par les modernes dans le ſang, me prouverent non ſeulement qu'il contient une partie colorante, mais de plus que cette partie colorante, tient elle-même ſa couleur du fer; ce qui étoit d'ailleurs le ſoupçon de Mr. Rouelle. En conſéquence je tentai les expériences ſuivantes pour plus de ſureté, & elles m'oterent toute incertitude.

Je jettai de l'alkali fixe en poudre ſur le ſang de bœuf, je fis chauffer le mêlange, il s'en fit une diſſolution, & la couleur ne fut point alterée. Pour en dégager le fer, je tentai la voye des doubles combinaiſons, le vitriol bleu me ſembla la matiere la plus convenable à cette épreuve; & ce fut celle dont je me ſervis. En effet, lorsque j'eus étendu dans l'eau tous ces corps pour faciliter leur réaction, à peine eusje verſé le vitriol bleu, que la liqueur ſe troubla, qu'elle perdit ſa couleur, ſa transparence, qu'elle devint noire & fit de l'encre. Add.

Je fis auſſi une combinaiſon plus ſimple; ce fut une diſſolution de ce vitriol bleu avec une de ce même ſang, & le réſultat ne fut pas moins démonſtratif; ce mêlange ſe troubla, devint opaque, & lorsque je l'eûs filtré, la liqueur dont le cuivre avoit été précipité par le fer, ſe trouva verte. Le filtre démontra la même vérité d'une autre maniere; le cuivre reſté deſſus avec le magma ſanguin qui s'y dépoſa, conſervant ſon éclat, ainſi qu'il lui arrive lorsqu'il eſt chaſſé par le fer, préſenta au jour une ſurface brune, luiſante, métallique & dont l'aſpect ſeul étoit démonſtratif. Add.

Ces tentatives ſur l'art de dégager le fer du ſang m'ayant réuſſi, je les répétai de la même maniére ſur le fiel; & par les changemens que ſa couleur éprouva, de même que par la précipitation du métal de la liqueur vitriolique, j'eus des preuves certaines que le fer eſt auſſi Add.

la

la cauſe matérielle de ſa couleur, ainſi que de toutes celles que l'on remarque dans nos humeurs, & que la bile (*c*) eſt eſſentielle pour la compoſition du ſang rouge. Mais je dois avertir que les phénomenes ſont moins frappans avec la bile qu'avec le ſang, plus lents à paroître, & que j'ai laiſſé le mêlange quelque tems en digeſtion, avant que de me décider.

Add. Ces expériences des doubles combinaiſons étant ſi aiſées & ſi lumineuſes; je ne m'en tins pas aux matiéres colorées animales; je les fis auſſi ſur celles des végétaux, où l'on ſoupçonnoit de même la préſence du fer: je pris des fleurs dont les couleurs ſimples, mais primitives, pouvoient faire loi pour toutes les autres, j'en exprimai le ſuc coloré; je l'étendis dans l'eau, & auſſitôt que la diſſolution du vitriol bleu y fut verſée & diſſoute, la liqueur ſe décompoſa, changea de couleur, & laiſſa le cuivre avec le marc ſur le filtre, comme il arrive au ſang: en ſorte qu'on ne peut douter que le fer (*d*) ne ſoit la ſource du coloris de tous les êtres organiſés.

Add. Quoique le cuivre qui reſte ſur le filtre dans toutes ces épreuves, ſoit aſſez apparent par ſon ſeul éclat métallique; on peut le reconnoître encore en l'extraiſant par les menſtrues (*e*) qui lui ſont propres: & c'eſt le complément de la démonſtration du fer dans ces corps colorés, puiſque le vitriol bleu ne ſe décompoſeroit pas ſans lui.

Comme les obſervations microſcopiques n'ont jetté que de l'erreur dans la partie colorante du ſang, par la même raiſon, je dois négliger la deſcription minutieuſe de ces parties rameuſes, fibreuſes & floſculeu-

(*c*) Il ſuit de là que la bile eſt une lymphe unie à une partie extractive, & de plus, par les choſes précédentes, que la fermentation en eſt la cauſe efficiente, puiſqu'elle eſt produite par les ſuites de la digeſtion.

(*d*) Il eſt inutile de remarquer que le fer lui-même doit ſon coloris au phlogiſtique.

(*e*) Suivant le menſtrue dont on ſe ſert, ou voit naître des couleurs nouvelles d'une beauté ſi éclatante & ſi fine qu'elle étonne le ſpectateur: il eſt facile à ceux qui ſont chymiſtes de le trouver.

culeuſes, dont le détail qu'on a ſi ſoigneuſement fait, d'après de pareilles obſervations, n'eſt propre qu'à obſcurcir la véritable compoſition du ſang. Il eſt clair que le microſcope n'eſt qu'un auxiliaire de l'oeil, dont le ſecours augmente le pouvoir de l'organe; mais qui, pour étendre ſes bornes, ne les rend point infinies, & ne peut lui faire diſcerner ces molécules inviſibles & incommenſurables, dont l'aggrégation forme les corps. En conſéquence je paſſe aux ſubſtances que l'analyſe peut y obſerver, qui ſont au nombre de deux: l'une eſt ce principe volatil d'une odeur fade, dont l'émanation eſt ſi conſidérable, à ce que prétendent quelques Phyſiciens, que ſon poids en diminue conſidérablement. L'autre eſt cette matiere coaguleuſe qui eſt la baſe de ſa compoſition, dont la nature eſt ſi manifeſtement muqueuſe, ſoit par les caillots qu'elle forme en ſe refroidiſſant, ſoit par toutes ſes propriétés dans les diverſes voyes de l'analyſe, que je ne crois pas devoir inſiſter là deſſus. On ſait que Mr. Maquer, dans la diſtillation du ſang dont il donne les détails dans ſes Elémens de Chymie pratique, a obtenu de ce corps les mêmes principes; lui a vu ſuivre le même ordre dans ſa décompoſition, que dans celle de toute autre matiére animale: & tout le confirme, jusqu'à la remarque qu'il ajoute concernant la manipulation: car il conſeille de mettre du verre pilé pour obvier au danger du gonflement extrême qui arrive alors: circonſtance qui eſt particuliere aux corps muqueux.

Il en eſt de même de la voye des combinaiſons, ſurtout de celle qui ſe fait avec l'alkali fixe en poudre, à peu près à égales parties: le mêlange mis ſur le feu dans une fiole, ſe liquéfie & ſe confond; & lorsqu'on le laiſſe refroidir, ſe coagule en une maſſe tremblante, préciſément comme fait la gelée. La partie colorante ne change pas autrement dans cette expérience; ſeulement elle pâlit dans le milieu, & prend un rouge plus vif aux points de la ſurface où la chaleur eſt forte. (Add.)

On a dit que le ſang contenoit une huile, mais je n'en ai jamais pu obſerver, & je crois que, pour en apperçevoir, au moins dans

 le

le ſang parfait, il faut le détruire, ou regarder auſſi le corps muqueux comme une eſpece d'huile.

A l'égard de l'acide, dont on a fait le ſujet d'une queſtion ſi longtems débattue, je n'en ſçaurois parler ni la diſcuter encore, tant elle eſt frivole ſous le point de vue qu'on l'examine; car on ne demande point ſi le ſang a un acide tout développé, ce qui ſans doute ſeroit important; mais on recherche ſimplement s'il en contient après la diſtillation : d'ailleurs l'Auteur moderne qui a penché pour l'affirmative, l'a ſans doute tout à fait décidée, quoiqu'il n'ait pas remarqué ſi le ſang dont il s'eſt ſervi étoit parfait.

Il ſuit des connoiſſances poſitives que nous avons établies ſur le ſang; que c'eſt un ſurcompoſé de muqueux animal, d'une matiere colorante, extractive, & d'une partie odorante: que tout le changement cauſé au chyle par la circulation eſt d'être ſi fortement atténué, que les principes du muqueux reçoivent des molécules onctueuſes, une accrétion inſéparable, & les parties colorantes bilieuſes une altération qui les exaltent.

(Add.) En perdant de vue le ſang, la lymphe eſt la premiere des humeurs où s'arrêtent les regards; elle ſemble même, ſuivant les Phyſiologiſtes, n'être que le ſang lui-même, introduit dans un nouveau genre de vaiſſeaux: & ſuivant ce ſyſtème il ſeroit inutile de s'y arrêter, puiſque le ſang une fois connu, la lymphe qui ne ſeroit que le ſang même plus diviſé, ne ſçauroit être par cela ſeul d'une autre nature: mais je ne crois pas ce ſyſtème fondé : la lymphe me paroit différer eſſentiellement du ſang: elle me ſemble le produit d'une véritable ſécrétion; en conſéquence je crois devoir, avant que d'en parler, établir quelques généralités préliminaires ſur les ſécrétions elles-mêmes, & ce ſera enſuite la premiere dont je traiterai.

Des

Des sécrétions.

La nature, par le moyen de la digeſtion, crée des ſubſtances bien étonnantes ; une humeur lymphatique qui s'organiſe à volonté : un principe ſubtil qui ſemble être l'eſprit même, tant il s'unit intimément aux facultés de l'ame ; & ſurtout cette vapeur fécondante qui, réuniſſant avec elle toutes les forces créatrices, les douces ſympathies, les pasſions délicieuſes, la vie même, aſſure la pérennité de l'ouvrage par les attraits du plaiſir. Mais ces ſubſtances ſont confondues ; & l'art ſublime qui les ſépare, eſt auſſi difficile à ſuivre que l'art qui les produit.

Jusqu'ici la Phyſiologie, en conſidérant le ſang comme le réſervoir de tous les humeurs, a cherché vainement, par divers ſyſtèmes, de trouver dans les mouvemens compliqués de la circulation, les agens néceſſaires des ſécrétions : elle a emprunté les ſecours de la Méchanique, de la Géométrie & de tout ce qu'embraſſe le Phyſico-mathématique ; mais les démonſtrations de ces ſciences triomphantes ne ſont lumineuſes que lorsquelles tirent des conſéquences d'un principe vrai ; & celui de la Phyſiologie ne l'étant pas, elle n'a enfanté que des chimeres. Nous avons prouvé que le ſang n'eſt point un fluide ſi hétérogéne ; qu'il n'eſt composé que du corps muqueux uni à une partie colorante qui ne le quitte point, parce qu'elle eſt ſoluble dans les mêmes menſtrues que lui, & d'un principe vaporeux : ainſi le ſang ne peut être la ſource des ſécrétions où ces principes n'entrent pas ; il peut l'être ſeulement de celles dont il eſt composé : & en conſéquence, tous les ſyſtèmes fondés ſur cette ſuppoſition s'écroulent avec elle.

Mais d'ailleurs, une foule d'animaux, & tous les individus du regne végétal, quoique privés d'un ſang bouillant, & n'ayant pour moteur circulatoire, que la force qui cauſe l'aſcenſion des liqueurs dans les tuyaux capillaires, aidée des oſcillations de la chaleur, n'en ont pas moins une quantité de ſécrétions parfaites : ainſi tout enga-

ge à leur chercher une autre origine, une origine moins particuliere, & qui dépende d'une construction qui soit commune à tous les êtres organisés. C'est à quoi, ce me semble, les considérations physiologiques conduisent naturellement.

En suivant avec attention la dissection d'un corps, on remarque un tissu cellulaire uniforme, qui embrasse, qui lie tout, qui est le bloc où la tige nerveuse, introduisant & distribuant ses rameaux, a creusé tous les organes: on voit qu'en rapprochant quelques lames de ce tissu par son premier développement, il les a changées en membranes, & que par un épanouissement plus varié, ces membranes elles-mêmes ont formé une glande, un muscle, même un des sens, ou toute autre partie; mais cependant, sans empecher que la trame où serpente ce systême de nerfs, ne soit toujours celluleuse, perméable, absorbante, & pleines d'interstices, dont la communication ménage partout une introduction, & un réceptacle, à toutes sortes de fluides. C'est ce que démontrent ces enflures monstrueuses & bizarres, qui occupent toute la machine: comme ce gonflement élastique, aérien, qu'on nomme Emphysème; cette bouffissure pâteuse, molle, séreuse, qu'on nomme Oedéme, hydropisie; & même l'embonpoint adipeux lorsqu'il est excessif.

Si je ne me trompe, c'est par une suite de cette construction, que les cellules du tissu cellulaire sont nécessairement le réservoir commun des humeurs, & la source des diverses sécrétions; car les regumens qui couvrent & contiennent les parties internes, étant d'un tissu beaucoup plus serré, & d'une température bien inégale, à cause de la fraîcheur que leur communique l'atmosphere; ils condensent & renvoyent les vapeurs de toute espece, qui s'en élévent sans cesse, dans les lames plus lâches du tissu intermédiaire adipeux, où les autres fluides qui s'y trouvent, se combinent avec elles suivant les loix des rapports chymiques; & forment les matériaux des diverses humeurs.

meurs. C'eſt de ces lieux enſuite, que, par le jeu & l'action contractile des viſcéres, s'inſinuant & ſe ſéparant partout, en raiſon de leur nature, & de la difficulté des obſtacles, ces matériaux arrivent ébauchés aux organes ſécrétoires, qui achevent leur préparation. Cette voye eſt douce, ſimple, elle peut être univerſelle; car tous les êtres organiſés ont un tiſſu cellulaire: & elle doit être auſſi, ce me ſemble, celle de la nature.

Si l'on demande d'où vient tant d'irrégularité dans les ſécrétions des animaux; d'où vient que la bile & le ſang paſſent quelquefois par les pores de la ſueur, par les conduits des larmes, & par les canaux du lait: qu'un ſaiſiſſement détermine l'humeur & la tranſpiration vers les lacunes des inteſtins, & qu'une évacuation quelconque eſt tout à coup ſupprimée? il me paroit que la réponſe eſt des plus ſimples, que cela vient de la double expanſion du nerf, de celle qui donne à toutes les parties une irritabilité commune, qui les rend chacunes participantes de l'affection que reſſent une d'elles, & de ce ſecond épanouiſſement nerveux dont le tact eſt unique, ainſi que la forme; qui donne à chaque organe une façon de ſentir & d'agir particuliere, d'où il devient un véritable ſens, & en conſéquence un miniſtre, qui peut quelquefois ſe refuſer au ſervice de ſa fonction: c'eſt de là que, lorsqu'une commotion, ou qu'une paſſion violente reſſerre les pores aſpirans & leur donne une tenſion qui ne permet plus à l'humeur ſécretoire de pénétrer, cette humeur renvoyée, au moyen de la grande communication des cellules du tiſſu cellulaire, dans d'autres émunctoires moins roidis, toute l'economie animale eſt troublée.

C'eſt auſſi de là que lorsque le filtre eſt averti agréablement par l'imagination, la ſécrétion part même avant le tems de ſa fonction: comme la ſalive qui jaillit dans la bouche à la vue d'un aliment deſiré; ou comme ce fluide dont l'expreſſion eſt plus arreſtée encore par ſa préſence voluptueuſe: les larmes ſe font ſentir auſſi d'une façon invincible,

Mais ces particularités du régne animal n'empêchent point que les myſteres des ſécrétions ne s'accompliſſent dans les cellules du tiſſu cellulaire, comme dans le régne le plus inſenſible, & même dans celles de la grande machine, dans les cavernes du globe: car les vapeurs de l'atmoſphere que les montagnes condenſent & retiennent dans leurs antres, pour en former les ſources, *mutatis mutandis*, ſont l'image de ce qui ſe paſſe dans toute la Nature.

De la lymphe.

L'être qui anime le ſyſteme nerveux, démontre la vie naiſſante, du point glutineux qui organiſe, en aſpirant, la lymphe où il nage. On obſerve dans l'œuf, que les premiers degrés de l'accroiſſement de l'embryon ſe font aux dépens de la lymphe qui l'environne: on obſerve que les ſolides de l'animal en acquierent tout leur accroiſſement, & conſéquemment, que l'état intermédiaire en dépend de même. La lymphe ſe mêle auſſi à toutes les ſécrétions, elle eſt le liquide eſſentiel, le ſuc parfait pour la nutrition, l'humeur gluto-gélatineuſe animaliſée d'une façon exquiſe. Comment ſe forme-t-elle?

La Phyſiologie moderne la tire du ſang, elle la confond même avec le ſang, elle n'y voit que des différences accidentelles, & croit le prouver par l'Anatomie; mais, ſi l'on a découvert les vaiſſeaux qui la rapportent lorsqu'elle eſt filtrée, il me paroit qu'on ne connoit point ceux qui la filtrent, & que, lorsqu'on les a vus comme une ſubdiviſion d'artéres, où le ſang par un cours continu, dégénere en lymphe, on a vu des chiméres. Tous les obſervateurs ſéduits par l'agréable ſyſtème de Loewenhoek, diſent que, dès que la ſérie des vaiſſeaux artériels eſt parvenue au point de former des globules blancs, cette ſubdiviſion eſt telle, que le ſang ſe change en lymphe, & que les vaiſſeaux qui la charrient, ſont alors des vaiſſeaux lymphatiques: c'eſt encore d'après ces idées, qu'on dit, que les vaiſſeaux lymphatiques ſont enflammés, lorsque le ſang rouge paſſe & circule, où il ne paroit que du ſang

blanc.

blanc. Mais il eſt évident que cette lymphe prétendue n'eſt que du ſang, & que les vaiſſeaux qui la conduiſent, ne ſont que des artérioles, où il ſouffre une grande diviſion; il eſt évident que le ſang rouge, quelque décoloré qu'il ſoit par la ſéparation de ſes globules, tient toûjours en diſſolution une matiére extractive ferrugineuſe, comme je l'ai prouvé; & que la lymphe parfaite, telle qu'elle eſt dans la ſalive n'en contient point. D'ailleurs, qu'on faſſe ſubir aux molécules de la lymphe exquiſe toutes les réunions & ſéparations poſſibles, jamais elle ne changera de couleur, & jamais elle ne perdre ſa transparence, quel que ſoit le canal qu'elle parcourt: on la voit auſſi limpide que l'eau de roche dans le réſervoir de Pecquet, dans les conduits valvulaires qui y aboutiſſent, & même dans les hydatides où elle eſt en ſtaſe.

En partant d'après ces faits, peut-on donc regarder la lymphe comme le même fluide qui ſort & rentre ſans ceſſe des arteres dans les veines? N'eſt-ce pas une mépriſe des phyſiologiſtes? Et, dès qu'on obſerve dans ces liquides des différences ſi eſſentielles, ne doit-on pas chercher des pores aſpirans, & quelque organe préparatoire, au lieu d'artérioles lymphatiques? Il me ſemble que l'Anatomie même l'inſpire, & que l'appareil ſeul des réſervoirs où elle eſt miſe en dépôt, annonce une ſécrétion: car elle ne rentre dans la maſſe du ſang qu'après quelques ſtations, comme les humeurs récrémentielles; & ne ſe rend au reſervoir de Pecquet, qu'après s'être arrêtée en divers endroits, comme dans les glandes inguinales, dans les axillaires, & dans celle des plis du coude. Mais où donc la lymphe preud-elle naiſſance?

Pour bien répondre à cette queſtion, je crois néceſſaire de développer auparavant la formation du lait; car, lorsque l'origine d'une humeur auſſi hétérogene aura achevé de détruire la ſource chimérique où l'on puiſe les ſécrétions; qu'on aura vu que le ſang n'y eſt qu'acceſſoire, & qu'il ne peut y contribuer que par la vapeur qui en émane: non ſeulement l'origine de la lymphe deviendra ſenſible, mais

encore

encore celle de toutes les autres ſécrétions, ſelon que j'ai tâché de le faire entendre dans l'esquiſſe antécédente.

Du lait.

Le dernier développement du ſyſtème nerveux s'opere à l'âge de puberté; ſes derniers efforts ſont de caractériſer & de rendre auſſi complet qu'il eſt poſſible, tout ce qui tient aux organes de la génération. Ce dernier des ſens eſt celui qui ſert eſſentiellement à la nature; elle en fait ſon chef-d'oeuvre. Chez les femmes les mammelles s'élévent; un amas de houpes nerveuſes rendues ſaillantes au mammelon, donnent à ces parties une ſenſibilité exquiſe; des faiſceaux de nerfs ſe diſtribuent auſſi dans ces réſervoirs laiteux, dans ces follicules dont l'ordre le diſpute par la régularité à la forme extérieure; & dans tous ces changemens, le tiſſu cellulaire eſt la partie ſouffrante: ſes lames ſont écartées, rapprochées, relâchées, elles s'organiſent ſous les nerfs; & dès-lors les cellules de ce tiſſu communiquent librement avec celles des autres parties; les molécules graiſſeuſes s'y frayent une route, elles y circulent & donnent aux ſeins en s'y arrêtant cette agréable hémiſphéricité qu'on y admire; vers ce même tems une irritation inconnue s'y fait ſentir, une foible ſéroſité ſuinte de l'aréole, & lorsque le tiſſu cellulaire reflue de ſucs, comme après l'accouchement, l'effuſion du lait ne dépend plus que de quelque ſucement; il ne faut pour ainſi dire que preſſer le tiſſu, pour que le lait jailliſſe.

D'après ces circonſtances du tiſſu cellulaire, ſi ſenſiblement eſſentielles à la naiſſance du lait; on pourroit déjà décider que ces cellules en ſont le réſervoir, & que les vaiſſeaux ſanguins n'y ſont qu'acceſſoires; mais il eſt encore tant de cas dont les exemples ne ſont pas moins frappans, qu'on ne ſçauroit s'y refuſer: tel eſt celui qu'on a tous les jours ſous les yeux, & toujours avec grande ſurpriſe, de l'enfant
Add. allaité, dont la nourice exprime du lait à volonté, quoique certainement ſes ſeins ne ſoyent pas alors des glandes galactophores; mais ſeulement

ment un tiſſu cellulaire lâche & pléthorique : tels ſont encore tous ceux qu'on trouve dans les rélations avérées, & ſi peu crues parce qu'elles ſont regardées comme extraordinaires ; d'hommes dont le ſein a donné du lait, qui auroient pu nourrir, s'ils ne l'ont pas fait, & de femmes qui en ont perdu par des lieux ſinguliers, comme par la cuiſſe, ou quelqu'autre extremité.

Tel eſt même celui des fluxions qui ſuppurent aprés une bonne coction ; car le plus louable n'eſt qu'une eſpèce de lait, ſelon la juſte & lumineuſe comparaiſon d'un excellent Obſervateur (*f*). **Add.**

Mais, pour le démontrer complettement, pour lever jusqu'au moindre doute, il faut conſidérer le lait lui-même, & comparer ſa compoſition à celle du ſang ; car ſa diſparité force de recourir à une autre origine.

Le lait, ainſi qu'il eſt connu de tout le monde, ſe ſépare de lui-même, en trois ſubſtances très diſtinctes : l'une eſt cette huile opaque, qui ſurnage, qu'on nomme la crême, qu'il eſt ſi facile d'enlever ; l'autre eſt cette liqueur muqueuſe qu'on reconnoit en la caillant, dont on fait le fromage, & la troiſieme eſt le ſerum, où eſt noyé ce corps ſalin qu'on cryſtalliſe par l'évaporation du phlegme qui le tenoit en diſſolution, & qu'on appelle du nom de ſucre de lait. **Add.**

Or je prie qu'on ſe rappelle la décompoſition ſpontanée du ſang, de ſes caillots qui ſe réſolvent entierement en liqueur ſéreuſe, où l'on ne diſtingue qu'une ſubſtance muqueuſe unie à une partie colorante ; & je demande s'il eſt poſſible de vouloir enſuite en tirer par quelque filtration une huile, & un corps ſalin cryſtalliſable.

De plus le lait dans ſa diſtillation ne fournit point d'alkali volatil, & le ſang fait le contraire.

Il

(*f*) Mr. Petit de l'Académie Royale des Sciences, qui fait tant d'honneur à l'humanité & à la République des lettres.

Il faut donc néceſſairement que le lait n'en provienne pas, & comme il ne reſte d'autre reſſource pour ſa production, que de le tirer des humeurs qui occupent les cellules du tiſſu cellulaire, que d'ailleurs cela s'accorde avec toutes les obſervations ; il ſuit évidemment que ces cellules ſont les lieux, les ſeuls lieux où il puiſſe ſe former, & où ces diverſes ſubſtances puiſſent ſubir cette combinaiſon legere, ſi oppoſée aux effets de la circulation.

C'eſt en partant de là, que s'expliquent comme d'elles mêmes, une foule de ſingularités concernant le lait: on n'eſt plus étonné de ce qu'il conſerve tout le caractère des alimens qui l'ont produit, de ce qu'il varie chez les vaches, autant que les herbes qu'elles broutent ; de ce que certaines plantes à fleurs jaunes, telles que la luzerne, donne une crême dont le beurre eſt ſi haut en couleur, & bien d'autres phénomenes pareils ; car les molécules alimentaires qui entrent dans la compoſition du lait, ſe reſſentent encore de leur origine, parce qu'elles ne ſont pas dénaturées par la circulation.

De même, la différence de la moëlle avec la graiſſe, dont la cauſe n'a pas été remarquée, n'eſt qu'une ſuite ſort ſimple de leur origine. La graiſſe ſans ceſſe rafraichie par les molécules graſſes des alimens, doit acquérir le caractere des huiles végétales ; & la moëlle au contraire, qui n'eſt renouvellée que par la vapeur, qui peut pénétrer à travers les lames du réſeau oſſeux où elle eſt dépoſée, & un
Add. peu ſans doute par les membranes des vaiſſeaux mêmes qui y pénétrent, doit conſerver toute ſa nature animale.

On n'eſt plus ſurpris des malheureuſes ſuites de la fievre critique, que ſe cauſent les femmes qui ſe font paſſer leur lait ; de ces dépôts affreux, de ces maladies putrides, & des morts cruelles dont la plûpart ſont victimes: un mêlange auſſi hétérogene que le lait, lorſqu'il eſt détourné à contre-tems, des canaux par où il devoit s'écouler, & qui peut parcourir une infinité de lieux, puiſque les cellules où il ſuinte, communiquent toutes ; doit naturellement ſe décompo-

ſer,

ſer, ſe porter par metaſtaſe aux endroits les plus foibles, les plus délicats, qui préſentent le moins d'obſtacles, ce qui eſt ordinairement quelque organe intéreſſant; & là par ſon altération, cauſer tous les ravages qu'on obſerve.

Mais, s'il eſt demontré que le lait eſt formé par la combinaiſon des humeurs, qui vont & viennent dans les cellules du tiſſu cellulaire, il ne faut plus qu'un pas pour y trouver auſſi le tréſor, d'où la nature tire la lymphe & les autres ſécrétions; car le lait ſeul, dans ſon analyſe ſpontanée, les préſente toutes: il eſt évident que la crême n'eſt qu'une eſpece de graiſſe, le caſéeux qu'une eſpece de mucus, de lymphe; & le ſerum, qu'un ſucre uni au corps ſalin: il n'eſt que les eſprits qui paroiſſent venir d'ailleurs, & qui méritent un éclairciſſement plus circonſtancié. **Add.**

Des eſprits animaux.

On parle de pluſieurs ſortes d'eſprits; les uns, dit-on, ſont moteurs, les autres animaux, les autres nerveux: mais on les diſtingue plus par des mots, que par des différences poſitives: & il eſt en effet très difficile de les connoitre.

Il me paroit que leur nature eſt originairement une, qu'ils s'élévent de la fermentation dans le tems que la matiere alimentaire ſe digere depuis l'eſtomac jusqu'au coecum; qu'ils reçoivent dans la circulation du ſang, l'élaboration qui les perfectionne; & que de là ils ſe modifient enſuite auſſi diverſement que les organes où ils pénétrent, peuvent eux-mêmes être modifiés.

Ces eſprits ſouffrans, par l'intermede du ſang, les efforts d'une action rapide, mille & mille fois répétée; le froiſſement d'un liquide, dont le cours eſt briſé, interrompu à chaque inſtant par la ſubdiviſion & le retréciſſement de ſes conduits; s'échauffent, s'atténuent, ſe ſubliment & s'exhalent, lorsqu'il eſt rallenti dans le pletonnement de quelque labyrinthe glanduleux. Ce ſont ces eſprits alors

aſſez puiſſans pour caractériſer l'animal par leur odeur, & de plus la ſource de tous les autres, qu'il faudroit déſigner, à ce qu'il me ſemble, par le nom d'eſprits animaux: les autres tireroient leurs dénominations des lieux où ils ſe trouvent.

On voit que ſi le ſang n'eſt plus ce cahos d'humeurs, d'où ſortent toutes les ſécrétions; il eſt cependant par cette nouvelle fonction, quoique plus ſimple & plus bornée, d'un uſage non moins important: embraſé par la circulation, il ſublime, dans les lieux où il eſt retardé, les vapeurs pleines de feu dont il eſt l'intermede, & anime toute la machine: c'eſt par là que dans les anfractuoſités infinies du cerveau, l'humeur qui ſuinte entre le tiſſu des nerfs, acquiert cette qualité ſpiritueuſe, qui donne la vie végétative aux parties, & que dans les replis prodigieux de l'organe de la génération, le ſperme s'empreint d'une vapeur qni en fait toute la vertu.

J'avoue que je ne comprens rien à la nature de ces eſprits moteurs, qui, véhicules du ſentiment & de la volonté, en égalent la célérité, quelque preſte qu'elle ſoit: ils ſemblent être l'eſprit du feu même, Add. comme dans les regards étincelans de certains animaux; & paroiſſent avoir quelque affinité avec la chaleur, le fluide electrique, & tout ce qui eſt de nature étherée.

Les autres eſprits plus groſſiers & plus matériels, ſont auſſi plus reconnoiſſables: tel eſt l'eſprit nerveux, que tant de miasmes, de virus, d'exhalaiſons, & même les menſtrues ordinaires, comme l'alkali fixe, ont le pouvoir d'attaquer. Peut-être n'eſt-ce qu'une lymphe phosphorique: car les lieux où il naît, doivent lui donner pour baſe quelque humeur lymphatique, comme la grande varieté d'odeurs qu'il fait ſentir dans le court eſpace de tems qu'il met à parcourir toute ſa fermentation, ſemble auſſi le démontrer; & pour la ſubſtance phosphorique, je me fonde ſur l'obſervation ſi ſouvent atteſtée, des viandes noctiluques, ſur celle des étincelles dites électriques, qu'on tire du dos d'un chat en le frottant; cel-

les

les encore d'une chemiſe ſecouée brusquement dès qu'on la quitte, & enfin cette deſtruction urineuſe qu'en fait l'alkali fixe.

Concluſion.

Le but eſſentiel des demandes de l'Académie étoit de déterminer, d'une façon préciſe, la ſubſtance qui ſe convertit en ſucs animaux, parmi toutes celles qui compoſent les alimens. Nous eſpérons en être venu à bout, & par les démonſtrations de l'analiſe, & par les conſidérations phyſiologiques ; car, ſi nous avons prouvé par nos obſervations, que cette ſubſtance eſt encore ſenſiblement de nature muqueuſe, lors même qu'elle eſt animaliſée: de même par la deſcription des phénomenes de la digeſtion, nous en avons fait remarquer conſtamment la néceſſité jusqu'à la fin. Puisqu'aucune autre ſubſtance, priſe ſeule, ne pourroit fournir par ſa fermentation, des huiles, des eſprits ſi divers, & tous ces liquides hétérogénes qui inondent le tiſſu cellulaire.

Quant aux autres vues qui ne ſont qu'acceſſoires & dépendantes de cette premiere explication, nous croyons y ſatisfaire, en ne les traitant que comme de ſimples conſéquences du principe dont nous avons réſolu le nœud. Ainſi, pour diſcerner du premier coup d'œil quels corps peuvent nourir, & fournir, après quelques préparations, des reſſources précieuſes dans des occaſions preſſantes: il eſt clair qu'il ne faut s'arrêter, que ſur les muqueux ; & que tous peuvent le faire depuis le plus pur, tel qu'eſt le ſucre, jusqu'au plus alteré, comme la colle forte. Et en effet les animaux ne vivent ſouvent que de fruits doux, de ſubſtances toutes ſaccharines, & quelquefois auſſi de viandes bouillies, exprimées, qui ne ſont plus que des cuirs glutineux dont tout l'eſprit eſt extrait.

On voit de même aiſément, que, ſuivant la nature de la partie altérante, ſuivant ſa cohérence & ſon atténuation, la digeſtion ſera plus ou moins facile; auſſi l'on digere au mieux les fruits délicats & fon-

dans, qui ne ſont chargés que d'une legere matiere extractive ; on digere moins bien ces fruits huileux dont la combinaiſon eſt cependant foible, comme les amandes emulſives ; & qu'avec un travail penible ceux dont la tenacité eſt auſſi forte que permanente (*g*), comme le ſont les ſemences des légumineux du genre des feves & des haricots.

Il eſt de même évident que les alimens exquis ſeront ceux qui ſont les plus analogues à nos humeurs, telles que les chairs encore palpitantes, dont aucune force réactive n'a diſſipé les eſprits. C'eſt ſans doute par une raiſon contraire que les Caffres qui ne vivent que de viandes corrompues, ne parcourent que la moitié de la carriere, dont tous les autres peuples atteignent également les bornes : car le même corps ſubſtentiel eſt la baſe de tous leurs alimens, & le vice des parties étrangeres qui l'aſſaiſonnent, peut ſeule cauſer d'auſſi grandes différences.

L'excellence des acides préparés, ſinon pour guérir les maux, du moins pour les prévenir, me ſemble auſſi découler ſenſiblement de toutes les propoſitions précédentes ; car leur affinité avec les humeurs muqueuſes les rend propre à pénétrer partout ; leur qualité antiputride s'oppoſe à la leur ; & s'ils ne réintegrent pas les eſprits, ils donnent toujours le tems à la nature d'en créer de nouveaux : y ils ſont un Prophilactique univerſel, s'ils ne ſont pas une Panacée.

F I N.



DISSER-

(*g*) Comme ils ont par cette même raiſon l'avantage de ſoutenir plus longtems, ils ſont ſans doute la baſe de ces poudres myſterieuſes qu'on prétend nourrir beaucoup, quoique priſes en tres petite quantité.

DISSERTATION
SUR
LA VIS D'ARCHIMEDE

QUI A

REMPORTÉ LE PRIX DE MATHÉMATIQUE

ADJUGÉ

PAR L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES ET BELLES-LETTRES DE PRUSSE,

EN MDCCLXVI.

PAR

M. JEAN FRÉDERIC HENNERT,

Profeſſeur de Mathématique à Utrecht, & Membre da la Societé des Sciences de Harlem.

Avec une Piece qui a concouru.

DEVISE:

Onus quod leve fertur, bene fertur.



§. 1.

S'il m'étoit permis d'examiner la théorie de la Vis d'Archimede par les principes de la Statique, je pourrois m'en rapporter au Mémoire de Mr. *Pitot*, inféré dans ceux de l'Académie des Sciences de Paris de l'année 1736. Il ne s'agiroit plus que d'appliquer la théorie aux expériences. Mais, depuis que l'illuftre Mr. *Euler* a enrichi la Méchanique d'une nouvelle branche, concernant les machines en mouvement; depuis que ce fublime Geométre a développé par le fecours des plus hautes Mathématiques, les vrais principes hydrauliques, & qu'il les a appliqués avec un art & une adreffe admirable aux Machines: il n'eft guères permis aux Mathématiciens de nos jours de borner leurs recherches mécaniques à la fimple Statique. La Statique nous montre les Machines dans l'inaction. Elle nous fait connoitre les momens de forces requis pour tenir les puiffances en repos. Les réfultats des recherches fur les Machines, confidérées en équilibre ou en mouvement, différent en effet confidérablement, furtout quant-aux Machines hydrauliques. Nos recherches fur la vis d'Archimede en fourniffent une preuve bien convaincante. Une Machine en équilibre ne produifant encore aucun effet, il eft évident qu'il faut des forces internes & externes pour la mettre en mouvement. J'entends par forces internes, toutes les forces qui fe déduifent de la nature de chaque mouvement en particulier, par la feule Géométrie. Toutes les autres forces, je les appelle externes. Elles dépendent ordinairement de quelque loix phyfiques des corps. Telles font la gravité, la compreffion de l'eau, dans la plûpart des Machines hydrauliques.

§. 2. Si je parlois à des lecteurs moins inftruits, il ne leur feroit peut-être pas défagréable de lire en abrégé les progrés, que

 les

les grands Géometres de notre ſiécle ont faits ſucceſſivement pour perfectionner la théorie des Machines hydrauliques, & ſurtout la théorie des corps fluides, agités par le mouvement de rotation. Mais, comme parmi l'illuſtre Société, à laquelle j'ai l'honneur d'addreſſer ce diſcours, ſe trouve un ſavant Membre, qui a le plus contribué à ces théories, on regarderoit l'hiſtoire des progrés dans cette belle matiére, comme trés deplacée. Qu'il me ſoit permis de dire en deux mots, que Mr. *Jean Bernoulli*, le pere des Geométres de nos jours, a frayé le chemin par la ſolution du probleme, de déterminer le mouvement d'un corps mu ſur un plan incliné, lorsque le plan incliné a reçu un mouvement progreſſif. Ce problême a été plus généralement réſolu par Mr. *Clairaut*. Enfin Mr. *Euler* en a donné, dans ſes opuſcules, une ſolution applicable à tout cas. Presque dans le même tems, Mrs. *Euler*, & *D. Bernoulli*, ont examiné le choc de deux corps quelconques, lorsque la direction du choc ne paſſe pas par les centres de gravité des corps. Il en doit alors réſulter un mouvemeut de rotation. Mr. *D. Bernoulli* a enſuite donné des principes généraux du mouvement d'un corps dans un tuyau mobile autour d'un point fixé. Mais perſonne que Mr. *Euler* n'a fait voir l'utilité de la théorie des corps ſolides & fluides, entrainés par le mouvement de rotation. Cet illuſtre ſavant a découvert les vrayes propriétés des corps qui tournent, ayant établi des principes, par lesquels on peut juger du mouvement, & ſurtout de la ſituation, des axes des corps qui tournent. Dans ſon excellent ouvrage de la ſcience navale, dans ſon mémoire ſur la préceſſion des équinoxes, dans ſes recherches ſur les Machines hydrauliques de Mrs. *Segner*, de *Mour* & ſur la Vis d'Archimede &c. ſe trouvent des preuves inconteſtables de la fecondité de ſa théorie. Il a enfin plus particulierement détaillé dans le ſixieme Tome des nouveaux Commentaires de Petersbourg, la théorie des fluides mus dans des tuyaux mobiles autour d'un axe fixe. Le grand *d'Alembert* a de même fait uſage des principes du mouvement

de

de rotation dans ses savantes recherches sur la précession des équinoxes.

§. 3. Voilà donc ces chef-d'œuvres; où j'ai du puiser les matériaux de mon mémoire. Car qui ne voit pas au premier coup d'oeil, que l'eau monte dans la vis d'Archimede en vertu du mouvement de rotation? Je me dispenserai donc d'entrer dans le détail des principes du mouvement de rotation, dont je me suis servi, m'en rapportant aux ouvrages que je viens de citer. Si cependant ma dissertation avoit le bonheur de plaire à l'illustre Académie, j'y voudrois volontiers ajouter les éclaircissemens en faveur du public.

§. 4. Avant que d'entrer en matiere, je vais exposer la construction & les propriétés de l'hélice, qui environne le cylindre de la Vis d'Archimede. L'hélice s'éléve depuis la base jusqu'à l'extrémité du cylindre. Soit ABGF un cylindre, sur la hauteur duquel on a erigé la perpendiculaire AD, qui égale un certain nombre de circonférences de la base AB. Qu'on tire la ligne FD, alors enveloppant le triangle FAD autour du cylindre, l'hypothenuse FD tracera l'hélice sur le corps du cylindre. Soit a le rayon de la base, $1:\pi$ le rapport du diametre à la circonférence, c la hauteur de la vis AF; que n exprime le nombre des circonférences de la base, qu' égale la ligne AD; soit $\varphi =$ l'angle FDA, qui est l'angle de l'inclinaison de l'hélice avec la base du cylindre, on aura donc $AD = 2na\pi$, & $c = 2na\pi \text{ tang } \Phi$, où $\frac{c}{2na\pi} = \text{tang } \Phi$. Soit AL, la circonférence de la base, & AE la distance d'une circonvolution de l'hélice à l'autre, on aura $AE = 2a\pi \text{ tang } \varphi$.

§. 5. La longueur de l'hélice égale à l'hypothenuse FD $= 2na\pi \text{ sec. } \Phi = \frac{c}{\sin \Phi}$, & la longueur d'une circonvolution de l'hélice sera $= 2a\varphi \text{ sec. } \varphi$. Soit $h^2 =$ l'amplitude de l'hélice, & m,

 pesant

peſant un pié cube d'eau, on aura $\frac{m h^2 c}{\sin \phi}$ pour la quantité d'eau, dont la vis eſt chargée. Si l'on prend un arc quelconque AM = A = Aa & AZ pour la perpendiculaire ou ordonnée de l'arc AZ de l'hélice, on aura AZ = MZ, & AZ = $\frac{A}{\cos \phi}$ & ZM = A tang ϕ.

§. 6. Comme AL ou AB : Ae = Aa, ou AM : AZ ou ZM, on déterminera moyennant cette proportion tous les points de l'hélice pour l'ordonnée ZM = $\frac{A b}{\pi a}$, poſant b = un pas d'hélice Ae. Il paroit par cette équation, ſi A égale la circonférence $2 a \pi$, alors AE = $2b$ = 2HB.

§. 7. Pour connoitre la nature de l'hélice, lorsque le cylindre eſt incliné, nous tirerons par le point la ligne AI parallele à l'horizon. Soit θ l'angle de l'inclinaiſon de la baſe avec l'horizon = IAB. Nous avons trouvé que l'ordonnée ZM = $\frac{Ac}{\pi a}$, appellant x = CP, on aura A = $\int \frac{a\,dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)}}$ partant ZM = $\frac{b}{\pi} \int \frac{dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)}}$ dont on prendra la ſeconde différence pour déterminer le point de rebrouſſement, on aura $-\frac{x\,dx^2}{(a^2 - x^2)^{\frac{3}{2}}} = 0$, ce qui donne $x = 0$: d'ou l'on voit, que le point de rebrouſſement répond à l'ordonnée CQ tirée du centre de la baſe.

§. 8. Conſidérant que l'hélice a un point de rebrouſſement, & que d'ailleurs les ordonnées, à cauſe de l'inclinaiſon de la vis, doivent d'un côté croitre & de l'autre côté décroitre, on ſera porté à chercher les

les plus grandes & les plus petites ordonnées. Dans cette vue, j'abaisserai les perpendiculaires RS, ZV sur l'horizon, il est clair que RS = RO + OS, de même que ZV = ZT + TV. Mais abaissant les perpendiculaires RL, ZN, sur le diametre de la base, on aura RS = A tang φ cos θ + $(a + x)$ sin θ. Mais, à cause de $A = -\int \frac{a\,dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)}}$, on aura $d.RS = -\frac{a\,dx}{\sqrt{(a^2 - x^2)}} + \sin\theta.\,dx = 0$, d'on l'on deduit $x = \pm\, a\, \frac{\sqrt{(\sin\theta^2 - \sin\phi^2)}}{\sin\theta \quad \cos\phi}$. D'où il s'ensuit 1) qu'il y aura deux ordonnées RS pour le *maximum*, & l'autre ZV pour le *minimum*, 2) que les points R & S sont à égale hauteur sur l'horizon, ensorte que, la vis étant arrêtée, l'eau se mettra au niveau, remplissant l'arc compris entre S & R: cet arc se peut appeller *Hydrophore*. 3) Il faut qu'il soit sin θ > sin φ, c'est à dire, l'angle de l'hélice avec la base doit être plus petit que l'angle que la base fait avec l'horizon.

§. 9. Nous allons résoudre plusieurs problemes, dont la solution nous menera à la théorie de la Vis d'Archimede. Nous n'avons eu pour but que de résoudre les questions précisément rélatives à la pratique. C'est pourquoi nous avons passé sous silence un nombre de problemes, qui ont un rapport plus éloigné de la pratique. Nous avons pris ces mesures avec d'autant plus de raison, que nous proposerons un nombre d'expériences suffisant pour vérifier notre théorie.

PROBLEME I.

§. 10. *Trouver les forces que l'eau en mouvement exerce dans la vis, étant données les dimensions de la machine & la vitesse de rotation.* Fig. 2.

SOLUTION.

La vis peut être considérée comme un tuyau à double courbure, qui tourne autour de l'axe CL. Ainsi, pour examiner le mou-

vement de l'eau dans la vis, il faudra le décompoſer ſelon les directions des trois ordonnées CP, PM, MZ ou x, y, z. La vis ne peut être miſe en mouvement que de A vers B, pour que l'eau monte. Soit l'arc AE $= \alpha$, parcouru par la viteſſe de rotation $\sqrt{k}$, dans le même tems t, où l'eau aura monté le long de l'arc EZ $=$ S avec la viteſſe $\sqrt{v}$. Si l'eau ſe mouvoit dans le tuyau circulaire BEA, elle n'exerceroit que les forces ſelon CM, & Mm, perpendiculaire à CM. Mais, parce que l'eau monte ſur l'élément Zz, il eſt néceſſaire de rapporter le mouvement ſelon Mm, ou Zy, à la direction EZ. Parce que CM eſt perpendiculaire ſur Mm, la force ſelon CM n'affectera pas le mouvement ſelon Mm. Ainſi nous ne chercherons que la force ſelon Mm, qui dépend des forces ſollicitantes CP, PM. Le grand principe des mouvemens accélérés nous fournira les expreſſions des forces accélératices, CP, PM, ZM, ſavoir

$$\text{Force CP} = \frac{2\,ddx}{dt^2}, \quad \text{Force PM} = \frac{2\,ddy}{dt^2}, \quad \text{Force ZM} = \frac{2\,ddz}{dt^2}.$$

Qu'on abaiſſe du point Z la perpendiculaire ZM, qui ſe trouve dans la ſurface du cylindre, & qu'on poſe l'arc EM $=$ A, on aura

$\text{AM} = \alpha - \text{A}$, donc $x = a \cos \frac{\alpha - \text{A}}{a}$, $y = a \sin \frac{\alpha - \text{A}}{a}$, prenant a pour le rayon de la baſe du cylindre. Soit $\varphi =$ l'angle de l'inclinaiſon de l'hélice avec la baſe, donc $\text{Z} = \text{A} \tan \varphi$ §. 4. Puiſque

$$dx = -(d\alpha - d\text{A}) \sin \frac{\alpha - \text{A}}{a}, \quad \& \quad dy = (d\alpha - d\text{A}) \cos \frac{\alpha - \text{A}}{a},$$

on aura $ddx = -\frac{(d\alpha - d\text{A})^2}{a} \cos \frac{\alpha - \text{A}}{a} - d.(d\alpha - d\text{A}.) \sin \frac{(\alpha - \text{A})}{a}$,

$$\& \quad ddy = -\frac{(d\alpha - d\text{A})^2}{a} \sin \frac{\alpha - \text{A}}{a} + d.(d\alpha - d\text{A}.) \cos \frac{\alpha - \text{A}}{a}.$$

Enſuite

Enſuite $ddZ = ddA.\ \text{tang.}\ \varphi$. Subſtituant ces valeurs dans les équations précedentes, on aura

$$\text{force accél. CP} = -\frac{2}{dt^2}\left(\frac{(d\alpha - dA)^2}{a}\,\text{coſ}\,\frac{\alpha - A}{a} + d.(d\alpha - dA.)\,\text{ſin}\,\frac{\alpha - A}{a}\right)$$

$$\text{force accél. PM} = \frac{2}{dt^2}\left(-\frac{(d\alpha \cdot dA)^2}{a}\,\text{ſin}\,\frac{\alpha - A}{a} + d.(d\alpha - dA.)\,\text{coſ}\,\frac{\alpha - A}{a}\right)$$

$$\text{force accél. MZ} = \frac{2\,ddA.\ \text{tang.}\ \phi}{dt^2}.$$

La force ſelon M*m* réſulte des forces CP, PM, elle ſera donc $= \text{force CP. ſin}\,\frac{\alpha - A}{a} - \text{force PM. coſ}\,\frac{\alpha - A}{a} = -\frac{2}{dt^2}(d.(d\alpha - dA))$

Il reſte à déterminer le mouvement de l'eau ſelon Z*z*. La force qui produit le mouvement ſelon Z*z*, dépend des forces ZM, Z*y*, ou M*m*, enſorte que la force accélératrice Z*z* ſera = force M*m*. coſ φ $+ \text{force ZM. ſin}\,\phi = -\frac{2\,\text{coſ}\,\phi}{dt^2}\,d.(d\alpha - dA) + \frac{2\,\text{ſin}\,\phi}{dt^2}\,ddA.\,\text{ſin}\,y\,\phi$

$$= \frac{2}{dt^2\,\text{coſ}\,\phi}\left(d.\,(dA - d\alpha.\,\text{coſ}\,\phi)^2\right).$$

PROBLEME 2.

§. 11. *Trouver la force accélératrice de l'eau ſelon Zz, qui réſulte de ſa peſanteur.*

SOLUTION.

Abaiſſant la perpendiculaire A*b*, qui repréſente la direction de la peſanteur de l'eau, on décompoſera A*b* = 1, ſelon les directions *b*C, CA, donc *b*C = coſ θ. & *b*A = ſin θ. La force réſultante de la gravité ſelon M*m* = ſin θ ſin $\frac{\alpha - A}{a}$, ainſi réduiſant,

comme

comme auparavant, §. 9. les forces Mm & bC, ſelon Zz, on aura la force accél. de la gravité de l'eau ſelon $Zz = +$ force Mm. coſϕ — force GC. ſin $\phi = \text{ſin}\,\theta\ \text{ſin}\,\frac{\alpha - A}{a}\ \text{coſ}\,\phi - \text{coſ}\,\theta.\ \text{ſin}\,\phi$.

PROBLEME 3.

§. 12. *Trouver le moment de réſiſtance de l'eau, qu'elle oppoſe au mouvement de rotation, la vis étant remplie d'eau.*

SOLUTION.

Cherchons d'abord la preſſion de l'eau ſur les parois de la vis, qui ſe fait perpendiculairement ſur la vis dans la direction ZT. Cette preſſion dépend évidemment des forces de la gravité de l'eau ſelon Zy & ZM, enſorte que cette preſſion ſera = grav. ZM coſϕ + grav. Zy ſin ϕ. $= \text{coſ}\,\theta.\ \text{coſ}\,\phi + \text{ſin}\,\theta.\ \text{ſin}\,\phi.\ \text{ſin}\,\frac{\alpha - A}{a}$. §. 10. Il ſera maintenant facile de déterminer la réſiſtance que la preſſion de l'eau oppoſe au mouvement de rotation ſelon Zy ou Mm, car on n'aura qu'à réduire la preſſion trouvée à la direction Zy: partant la réſiſtance de l'eau oppoſée au mouvement de rotation ſera = preſſion de l'eau ZT ſin $\phi = \text{coſ}\,\theta.\ \text{ſin}\,\phi\ \text{coſ}\,\phi + \text{ſin}\,\theta\ \text{ſin}\,\phi^2\ \text{ſin}\,\frac{\alpha - A}{a}$. Pour trouver le moment de cette réſiſtance, on la multipliera par la maſſe d'eau $\frac{m h^2\, dA}{\text{coſ}\,\phi}$ & par le rayon a. §. 4. Ce produit ſera

$$a m h^2 \left(\text{coſ}\,\theta\ \ \text{ſin}\,\phi + \text{ſin}\,\theta\ \ \text{ſin}\,\phi\ \ \text{tang}\,\phi\ \ \text{ſin}\,\frac{\alpha - A}{a}\right) dA$$

dont l'intégrale donnera le moment cherché =

$$a m h^2 \left(\text{coſ}\,\theta\ \text{ſin}\,\phi.\ A + \text{ſin}\,\theta\ \text{ſin}\,\phi.\ \text{tang}\,\phi\ \text{coſ}\,\frac{\alpha - A}{a}\right) + C,$$

poſant la viteſſe de rotation ou α conſtante. Pour trouver la conſtante C,

te C, il faut poser A = o, car alors le moment de la résistance sera nul: donc le moment cherché =

$$amh^2\left(\cos\theta \sin\phi . A + a\sin\theta \sin\phi \operatorname{tang}\phi \left(\cos\frac{\alpha - A}{a} - \cos\frac{\alpha}{a}\right)\right).$$

Pour avoir le moment de la résistance entiere, lorsque la vis est remplie d'eau, il faut remarquer qu'alors $A = \frac{c\cos\phi}{\sin\phi}$, §. 4. Soit le moment de rotation Rr, on aura Rr =

$$amh^2\left(c.\cos\theta . \cos\phi + a\sin\theta \sin\phi . \operatorname{tang}\phi \left(\frac{(\cos\alpha - c\cos\phi)}{a} - \frac{\cos\alpha}{a}\right)\right).$$

COROLLAIRE.

§. 13. Il faut donc en sorte disposer le moment de rotation Rr, qu'il surpasse le moment de la résistance de l'eau, plus les momens de frottement & d'inertie des parties de la Machine, autrement elle ne prendra pas du mouvement. Soient Ff, Ii, les momens de frottement & d'inertie, par conséquent Rr doit être plus grand que

$$amh^2\left(c.\cos\theta\cos\phi + a\sin\theta\sin\phi \operatorname{tang}\phi\left(\cos\frac{\alpha - c\cos\phi}{a} - \cos\frac{\alpha}{a}\right)\right) + Ff + Ii.$$

Mais, quand le mouvement sera devenu uniforme, ces deux quantités s'égaleront.

PROBLEME 4.

§. 14. *Trouver l'état de la compression de l'eau dans la Vis d'Archimede.*

SOLUTION.

La compression de l'eau à chaque point Z, d'un tuyau rempli d'eau peut être évalué par la hauteur p, à laquelle l'eau monteroit si l'on faisoit une ouverture en Z. Partant la compression de l'eau en Z sera $h^2 p$, & au point z elle sera $(p + dp)h^2$, elle doit donc être $h^2 dp$ le long de l'élément Zz, si l'on divise la force de compression

$h^2\,dp$ par le volume d'eau $\frac{h^2\,dA}{\text{cof}\,\phi}$, on aura la force accélératrice $= \frac{\text{cof}\,\phi.\,dp}{d^2 A}$, le long de l'élément Z$z$. Mais nous avons trouvé que la force interne qui produit le mouvement de l'eau felon Zz eft $= -\frac{2\,\text{cof}\,\phi}{dt^2}\,d.(d\alpha - dA) + \frac{2\,\text{fin}\,\phi}{dt^2}\,\text{tang}\,\phi.\,ddA$. §. 9. Or les forces de compreffion & de gravité felon zZ font oppofées à la force interne felon Zz, en conféquence de quoi, nous obtiendrons l'équation fuivante $-\frac{2\,\text{cof}\,\phi}{dt^2}\,d.(d\alpha - dA) + \frac{2\,\text{fin}\,\phi}{dt^2},\,\text{tang}\,\phi.\,ddA = -\frac{\text{cof}\,\phi.\,dp}{dA} + \text{fin}\,\theta\,\text{cof}\,\phi.\,\text{fin}\,\frac{\alpha - A}{a} - \text{cof}\,\theta\,\text{fin}\,\phi$. §. 10. Pour intégrer cette équation, je la multiplierai par $d\alpha - dA$, & j'aurai pour intégrale favoir, $-\frac{\text{cof}\,\phi}{dt^2}(d\alpha - dA)^2 + \frac{2\,\text{fin}\,\phi^2}{dt^2\,\text{cof}\,\phi}\int(d\alpha.\,ddA - \frac{dA^2}{2})$ $= -\int\frac{\text{cof}\,\phi.\,dp.\,d\alpha}{dA} + p.\,\text{c}\,\phi - a\,\text{fn}\,\theta\,\text{c}\,\phi\,\text{cf}\frac{\alpha - A}{a} - \text{cof}\,\theta.\,\text{fin}\,\phi.\,(\alpha - A.) + C.$ Il faut déduire la conftante C des circonftances du mouvement, comme je le ferai voir dans le probleme fuivant.

PROBLEME 5.

§. 15. *Déterminer la viteffe avec laquelle l'eau fort de la Vis.*

SOLUTION.

Afin de déterminer la viteffe de l'eau, nous n'aurons qu'à débaraffer de la quantité p, l'équation du probleme précédent. Je remarque d'abord que la compreffion de l'eau p eft nulle à l'ouverture O, où l'eau fe dégorge. Ce cas nous fournira la conftante C; pofant $A = \frac{c.\,\text{cof}\,\phi}{\text{fin}\,\phi}$. §. 4. on mettra $p = 0$. Soient $\sqrt{k}$, $\sqrt{v}$, les viteffes

de

de rotation & de l'eau, donc $d\alpha = dt\sqrt{k}$, $dS = dt\sqrt{v}$: donc $dA = dt\,\mathrm{cos}\phi\sqrt{v}$. §. 9. Ainsi $\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{v}} = \frac{\mathrm{cos}\phi.\,d\alpha}{dA}$. Posons pour l'endroit O, que $-\frac{c\mathrm{s}\phi}{dt^2}.(d\alpha-dA)^2 = M$, & $\frac{2\,\mathrm{sin}\phi^2}{c\mathrm{s}\phi\,dt^2}.(\int d\alpha.ddA-\frac{dA)^2}{2} = N$, on aura $C = M + N + a\,\mathrm{sin}\theta.\mathrm{cos}\phi.\mathrm{cos}\frac{\alpha-c\,\mathrm{cos}\phi}{a} + \mathrm{cos}\theta.\mathrm{sin}\phi.(\alpha-c.\mathrm{cos}\phi)$. Ainsi l'équation du probleme précédent se changera en celle-ci

$$-\frac{\mathrm{cos}\phi}{dt^2},(d\alpha-dA)^2+\frac{2\,\mathrm{sin}\phi^2}{\mathrm{cos}\phi dt^2},(\int d\alpha ddA-\frac{dA}{2}) = -\int\frac{c\mathrm{s}\phi dp d\alpha}{dA}+p.\mathrm{cos}\phi$$

$$-a\mathrm{sin}\theta\mathrm{cos}\phi\,\mathrm{cos}\frac{\alpha-A}{a}-\mathrm{cos}\theta\mathrm{sin}\phi.(\alpha-A)-M+N+a\mathrm{sin}\theta c\mathrm{s}\phi.\mathrm{cos}\frac{\alpha-c.c\mathrm{s}\phi}{a}$$

$+\ \mathrm{cos}\theta.\ \mathrm{sin}\phi.\ (\alpha-c.\mathrm{cos}\phi)$. Mais en bas de la vis en E, la compression de l'eau égale la hauteur de l'eau au-dessus de E, moins la hauteur v, due à la vitesse, avec laquelle l'eau entre en E. Soit $h =$ hauteur de l'eau au dessus du point B, ainsi $h-a\,\mathrm{sin}\,\theta$ sera la hauteur de l'eau au dessus du centre de la base. Si le point E se trouve au dessus de 90°, il faut, soustraire de $h-a\,\mathrm{sin}\,\theta$ la quantité $a\,\mathrm{sin}\,\theta\,\mathrm{cos}\frac{\alpha}{a}$. Mais, si le point E se trouve au dessous de 90°, on ajoutera $a\,\mathrm{sin}\,\theta\,\mathrm{cos}\,\frac{\alpha}{a}$, pour avoir la hauteur de l'eau au dessus de E.

Ainsi la compression de l'eau en E sera $h-a\,\mathrm{sin}\theta \mp a\,\mathrm{sin}\theta\,\mathrm{cos}\frac{\alpha}{a}-v = p$.

Parce que, au bout de quelque tems, le mouvement dans les machines devient uniforme, on pourra supposer $\sqrt{v}$ constante; c'est pourquoi p sera aussi une quantité constante pour le point E. On aura donc

$$\int\frac{\mathrm{cos}\phi\,dp\,d\alpha}{dA} = \int\frac{dp\sqrt{k}}{\sqrt{v}} = \frac{p\sqrt{k}}{\sqrt{v}} = \left(h-a\mathrm{sin}\theta \mp a\,\mathrm{sin}\theta\,\mathrm{cos}\frac{\alpha}{a}-v\right)\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{v}}.$$

De plus, l'arc A sera nul au point E, ainsi dA & $ddA = 0$, partant

$$-\frac{\text{cof}\phi}{dt^2}(d\alpha - dA)^2 = -\frac{\text{cof}\phi.}{dt^2}(d\alpha)^2 = -\text{cof}\phi.k$$ &

$$\frac{2\,\text{fin}\,\phi^2}{\text{cof}\phi\,dt^2} + (\int d\alpha\, ddA - \frac{dA^2}{2} = 0.$$ Parce que les termes M, N, fe rapportent au point O, de plus que la viteffe de l'eau eft fuppofée uniforme, on obtiendra $M = -\text{cof}\phi.(\sqrt{k} - \text{cof}\phi\sqrt{v})^2$ & $N = 2\,\text{fin}\phi^2\sqrt{kv} - \text{cof}\phi.\,\text{fin}\phi^2.v$. Ainfi la derniere équation fe changera en celle-ci $-k\,\text{cof}\phi = -\left(h - a\,\text{fin}\theta \mp a\,\text{fin}\theta\,\text{cof}\frac{\alpha}{a} - v\right)\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{v}}$

$$+\left(h - a\,\text{fin}\theta \mp a\,\text{fin}\theta\,\text{cf}\frac{\alpha}{a} - v\right)\text{cf}\phi - a\,\text{fin}\theta\,\text{cf}\phi\,\text{cf}\frac{\alpha}{a} - \text{cf}\phi.\sqrt{(k - \text{cf}\phi\sqrt{v})^2}$$

$$+2\,\text{fin}\phi^2\sqrt{kv} - \text{cof}\phi.\text{fin}\phi^2 v + a\,\text{fin}\theta.\text{cf}\phi.\text{cf}\frac{\alpha - c.\text{cf}\phi}{a} + \text{cf}\theta.\text{fn}\phi(\alpha - c\,\text{cf}\phi),$$

ou bien, ordonnant les termes felon les dimenfions de $\sqrt{v}$, on aura

$$v^{\frac{3}{2}} - \frac{3\,v\sqrt{k}}{2\,\text{cof}\phi}$$

$$+\left(c.\text{cf}\theta - h + a\,\text{fn}\,\theta \pm a\,\text{fn}\theta.\text{cf}\frac{\alpha}{a} + a\,\text{fn}\theta.\,\text{cf}\frac{\alpha}{a} - a\,\text{fn}\theta\,\text{cf}\frac{\alpha - c\,\text{cf}\phi}{a} - \text{cf}\theta.\text{tang}\alpha\right)\frac{\sqrt{v}}{2}$$

$$+\left(h - a\,\text{fin}\,\theta \mp \text{fin}\,\theta\,\text{cof}\frac{\alpha}{a}\right)\frac{\sqrt{k}}{2\,\text{cof}\phi} = 0.$$

Je fuppofe $\frac{3\sqrt{k}}{2\,\text{cof}\phi} = \beta$, $c.\,\text{cof}\,\theta - h + a\,\text{fin}\,\theta$

$$\pm \frac{a\,\text{fin}\theta\,\text{cof}\frac{\alpha}{a} + a\,\text{fin}\theta\,\text{cof}\frac{\alpha}{a} - a\,\text{fin}\theta\,\text{cof}\frac{\alpha - c.\text{cof}\phi}{a} - \text{cof}\theta.\text{tang}\phi.\alpha}{2} = \gamma,$$

& $\left(h - a\,\text{fin}\,\theta \mp a\,\text{fin}\,\theta\,\text{cof}\frac{\alpha}{a}\right)\frac{\sqrt{k}}{2\,\text{cof}\phi} = \delta$. Enfuite je

pofe-

poſerai $\sqrt{v} = y + \frac{\beta}{3}$; l'équation transformée ſera $y^3 + (\gamma - \frac{1}{3}\beta^2)\, y + \delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3} = 0$. Comme γ ſera toujours plus grand que $\frac{1}{3}\beta^2$, il eſt conſtant que cette équation aura une racine réelle & deux imaginaires. La Regle de Cardan fournit $\sqrt{v} =$

$$\sqrt[3]{\left(-\tfrac{1}{2}(\delta - \tfrac{2}{27}\beta^3 + \tfrac{\beta\gamma}{3}) + \sqrt{\left(\frac{(\gamma - \frac{1}{3}\beta^2)^3}{27} + \frac{(\delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3})^2}{4}\right)}\right)}$$

$$-\sqrt[3]{\left((\delta - \tfrac{2}{27}\beta^3 + \tfrac{\beta\gamma}{3})\tfrac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{(\delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3})^2}{4} + \frac{(\gamma - \frac{\beta^2}{3})^3}{27}\right)}\right)} + \frac{\beta}{3},$$

ce qu'il faut multiplier par 160, pour avoir la viteſſe en pieds par ſecondes. Il eſt facile de voir que la valeur de y ſera négative, mais encore celle de la viteſſe de l'eau ou de $\sqrt{v}$ ſera toujours négative, parce que $\frac{\epsilon}{3}$ eſt fort petit. Pour peu qu'on réflêchiſſe ſur le mouvement de l'eau dans la vis d'Archimede, on ne ſera pas ſurpris de ce que nous avons trouvé la viteſſe de l'eau négative. On conviendra plutôt que la choſe doit être telle. Car l'eau entre dans la vis en montant, & elle ſort en deſcendant; or la deſcente & l'aſcenſion ſont des mouvemens en ſens contraire. Mais cette oppoſition des mouvemens s'exprime par les ſignes + & —.

PROBLEME 6.

§. 16. *Trouver la quantité d'eau, que la vis d'Archimede fournit dans un tems donné.*

SOLUTION.

Il eſt conſtant, que la quantité d'eau, que fournit un canal ou un tuyau, égale le produit de l'amplitude du tuyau par la viteſſe de l'eau, dans un tems donné. Cependant il ne ſuffit pas d'eſtimer ainſi la dépenſe de la vis d'Archimede. Il ne s'enſuit pas, de ce que la vis a donné $h^2 \sqrt{v}$ pieds cubes d'eau dans une ſeconde, qu'elle fournira $m\,h^2 \sqrt{v}$ pieds d'eau en m ſecondes, (déſignant l'amplitude de l'hélice par h^2). Car il eſt à remarquer que l'écoulement de la vis n'eſt pas continu. Il eſt viſible, que l'eau ne ſortira plus, lorsque l'extrémité de l'hélice commence à remonter, après avoir parcouru le demi-cercle. Cependant la vis ceſſe de dégorger l'eau avant que d'avoir achevé le demi-tour. On l'a remarqué, & je l'ai auſſi obſervé, que la vis finisſoit plus tard de donner de l'eau, lorsque elle va plus vite. On a pu très exactement faire cette obſervation ſur les vis d'Archimede, dont on s'eſt ſervi en Hollande, & dont je parlerai après. Chaque vis eſt garnie de trois hélices, dont les ouvertures ſont à 120° l'une de l'autre. Tantôt une hélice ceſſoit de donner de l'eau, lorsque lorsque la ſuivante commençoit à verſer de l'eau. Tantôt l'une finisſoit de couler, lorsque la ſuivante n'avoit pas encore commencé à dégorger. D'où il paroit que, dans le premier cas, la dépenſe d'eau eſt exactement les deux tiers de la depenſe entiere que donne le calcul pour la vis, lorsqu'elle auroit coulé ſans interruption. Dans l'autre cas, la quantité d'eau eſt moindre que les deux tiers de la dépenſe entiere, que la vis auroit fourni, ſi elle donnoit de l'eau pendant une révolution entiere. N'ayant pû trouver rien de ſatisfaiſant ſur ce ſujet, j'ai eu recours à l'expérience, conformément aux conditions du Programme de l'illuſtre Académie. J'ai trouvé, lorsque la vis décrit par ſeconde un arc, moindre que 90°, qu'il faut prendre les $\frac{10}{18}$ de l'action entiere, ſuppoſant que l'eau ceſſe de ſortir, quand l'hélice aura décrit un arc de 100°. Lorsque la vis décrit par ſeconde un arc plus grand que 90°, mais moindre que 120°, il

il ne faudra employer que la $\frac{22}{30}$ partie. Lorsque la vis parcourt un arc plus grand que 120°, il faut prendre le tiers de l'action entiere. Enfin, si la vis décrit un arc plus grand que 140°, ce sera la $\frac{14}{18}$ partie: ou qu'on prenne plutôt les deux tiers du résultat des calculs pour toutes les expériences. Les remarques que nous venons de faire sont très importantes pour la théorie de cette machine. Elles ont echappé aux Méchaniciens. Cependant elles ne laissent pas que de rendre la théorie un peu incertaine. On verra par les expériences, combien notre théorie approche du vrai, & que nos estimations sont suffisantes pour la pratique.

REMARQUE.

§. 17. La vis d'Archimede a été longtems employée en Hollande pour mettre à sec les prairies. La vis est adaptée à un moulin à vent, & elle est couchée presque horizontalement. Lorsqu'on employe ces Machines, appellées, *Waater-Moolen*, pour entretenir à sec les prairies, l'eau qu'on épuise, se jette dans des fossés ou des canaux, creusés aux environs des prairies. Il n'est pas alors nécessaire de porter l'eau à une grande hauteur. Il suffit que la vis dégorge une assez grande quantité d'eau. Mais, quand il s'agit de sécher de grands terreins qui sont sous l'eau à plusieurs pieds, comme les terreins d'où on a pris les tourbes, il faut en même tems porter l'eau à une hauteur considérable, pour qu'elle se jette enfin dans quelque riviere ou lac. Alors les *Waatermoolen* ne sont plus d'aucune utilité. On se sert dans ces occasions des moulins à épuiser (*Sheprad-moolen*). Ces moulins ne peuvent porter l'eau tout au plus qu'à une hauteur de quatre piés. Lorsque l'eau doit être conduite à une hauteur de seize piés, comme dans l'entreprise faite dernierement dans la Seigneurie de *Hazerswoude*, près de *Leide*, on devroit employer quatre de ces moulins, dont l'un fournit l'autre jusqu'au dernier. Il seroit donc avantageux de mettre en usage une

machine,

machine, qui monte l'eau à une hauteur double ou triple, & qui en même tems épuise une quantité considérable d'eau.

§. 18. Environ vers l'année 1754. quelques constructeurs de Moulin imaginerent de donner à la vis une plus grande elévation, qu'elle n'a dans les *Waater-moolen.* On fixa l'inclinaison à 60°. Peut-être avoit-on appris que Mr. *D. Bernoulli* avoit trouvé le *maximum* de cette machine pour un angle de 60°. Nous en parlerons dans la suite. De cette maniere on a rendu la vis d'Archimede plus propre à épuiser l'eau pour une plus grande hauteur. Mais, si d'un côté on gagna par la hauteur, on perdit de l'autre la quantité considerable d'eau qu'épuisent les *Shepradmoolen.* Ce point divise encore les sentimens des savans & des artistes. Les inventeurs des moulins à vis, (*Vyzel-moolen*) communiquerent leur projet au célébre Professeur *Lulofs*, qui, charmé de cette decouverte, tâcha de faire mettre ces Machines en exécution. Sans les recherches de ce savant si zélé pour le bien de sa patrie, les moulins à vis seroient entiérement tombés dans l'oubli, comme bien d'autres belles inventions. Les meuniers artisans s'élevérent contre la vis d'Archimede parce qu'elle étoit à l'avantage du public, mais à leur désavantage. Malgrè tout cela, on est venu à bout de construire quelques moulins à vis.

§. 19. Pour comparer les produits à épuiser & à vis, on a nommé des Commissaires, qu'on a divisé en deux bandes. Pour ne pas entrer dans un détail de la maniere dont ces expériences ont été prises, il suffit de savoir qu'on a creusé des canaux, qui aboutissoient aux moulins. On observa le tems dans lequel l'un & l'autre moulin épuisoient l'eau à une certaine hauteur, ou dans lequel ils remplirent le canal. Le moulin à vis avoit quatre ailes, dont la volée étoit de 84 pieds. La longueur de chaque aile est de 39 pieds, 8 pouces. La plus grande largeur de 7 pieds, 7 pouces. L'arbre des ailes porte une roue à champ, garnie de 57 dents, dans cette roue en-

graine

graine dans une roue horizontale de 51 dents, qui fait tourner un arbre vertical. Le bout de cet arbre porte aussi une roue garnie de 63 dents, dans lesquelles engrainent les lanternes, que portent les essieux des vis. Il y a trois vis, dont les lanternes prennent dans la roue inférieure de l'arbre vertical. Chaque lanterne a 49 fuseaux. Ainsi chaque vis fera à très peu prés un tour & demi, pendant que les ailes ne feront qu'un tour. Nous distinguerons les trois vis selon leur situation, savoir la vis du Nord, du milieu, du Sud. Chaque vis est garnie de trois hélices, dont les ouvertures quarrées sont à égales distances l'une de l'autre. Les essieux des vis sont quarrés ayant 16 pouces de diametre. L'ouverture des hélices de la vis du Nord a 1, 36 pieds quarrés, celle du milieu 1, 46, & celle du Sud 1, 41 pieds quarrés. Les rayons des cylindres des trois vis sont comme 35, 37, 36 pouces. La distance d'une spire à l'autre est comme 23, 29, 24 pouces. Ainsi les angles φ, sont de 11°, 55′; 14°, 42′; 11°, 54′. L'angle θ est de 30°. La longueur des vis est de 14, 5 pieds & elles étoient à peu près à 4 pieds sous l'eau: donc $h = 4$. Les Commissaires ont marqué le tems pendant lequel le moulin a travaillé, & la quantité d'eau fournie dans ce tems, de même que le nombre des révolutions des ailes du moulin. Parce que la vitesse de rotation peut être supposée uniforme, je l'ai mesurée par les parties de la circonférence du cylindre parcourues dans une seconde: ainsi $\alpha = \surd 60k$. La cinquième colonne de la table suivante donne le résultat du calcul, ou la quantité d'eau dans une minute, en pieds cubes. Il faut se souvenir que chaque vis a trois hélices, c'est pourquoi il faut multiplier le terme $h^2 \surd v$ par 3. La 3me colonne renferme les réductions, conformément à ce qui a été dit §. 15. Pour cet effet on trouvera dans la troisieme colonne les arcs α, que décrit la vis dans une seconde.

§. 20. Je vais d'abord indiquer les expériences qui ont été faites depuis le mois de Juillet jusqu'au mois d'Août. La seconde colonne ren-

ferme

ferme les viteſſes de rotation de la vis en pieds & la troiſieme contient la quantité d'eau en pieds cubes par minute.

Expériences faites avec la vis du Nord.

1	2	3	4	5
2, 5	4, 04	4, 48	4, 61	5, 96
101	182¾	226	196	273
9	78½	49	25¼	57¼

La quatrième rangée marque le tems en minutes pendant lequel l'expérience a été priſe.

Expériences faites avec la vis du milieu.

6	7	8	9	10	11
4, 16	4, 30	4, 59	5, 73	6, 84	7, 00
196	217	226	294	326	352
34	55	51	36	15¾	44

Expériences faites avec la vis du Sud.

12	13
6, 53	7, 4
364	380
43	13¾

Expériences faites avec les vis du Nord & du milieu.

14
4, 5
4, 64
412
14¼

Expériences faites avec les vis du milieu & du Sud.

15
6, 52
6, 35
648
22

Expériences faites avec les trois vis.

16	17
5, 06	9, 41
5, 51	0, 02
5, 20	9, 75
861	1'40
15	24½

Pour

Pour peu qu'on examine ces expériences, on s'appercevra qu'elles ne pourront être également employées pour confirmer notre théorie. Je remarque d'abord que plusieurs expériences doivent être entiérement rejettées, parce qu'elles donnent des résultats contradictoires. Telles sont la troisieme & quatrieme expérience, car la vitesse de rotation n'est que d'un $\frac{1}{10}$ de pied plus grande que celle de la troisieme expérience, & cependant la quatrieme expérience fournit 30 pieds cubes d'eau au moins. Dans la dixieme & onzieme expérience, les vitesses de rotation different à peu près d'un $\frac{1}{8}$ de pied: cependant les résultats des deux expériences different de 26 pieds cubes, ce qui est beaucoup trop à l'égard des expériences. C'est pourquoi j'ai choisi la quatrieme & onzieme expérience, ayant rejetté la troisieme, & la dixieme. Je remarque en second lieu, que les expériences qui ont été faites dans un plus grand espace de tems, sont à préférer, parce que les erreurs se compensent mieux, & se partagent en moindres parties sur le tout. De plus, le mouvement dans une machine ne devient uniforme qu'aprés un certain tems, tel que nous avons supposé le mouvement. Par ces raisons nous rejettons la premiere, quatrieme, dixieme, treizieme, quatorzieme, seizieme expérience. La seconde est la meilleure de toutes elle a durés plus d'une heure. Elle doit servir de pierre de touche à notre théorie. Aussi s'accorde-t-elle parfaitement bien avec nos expériences. Voici la Table dont il a été fait mention dans l'article précédent.

Expér.	Viteſſe de rotation par $1''$ en pieds.	Viteſſe de l'eau par $1''$.	Angles de rotation ou $\frac{\alpha}{a}$	Réſultats de la théorie pour une minute.	Théorie réduite ſelon §.	Reſultats des expériences.	Différences.	Noms des Vis.
2	4, 10	1, 12	81°	273	182	181	1	Vis du Nord.
3	4, 95	1, 63	98° 30′	386	258	227	31	
5	5, 93	2, 17	117°	529	353	273	80	
7	4, 50	1, 56	79°	406	271	217	54	Vis du Milieu.
8	4, 60	1, 39	85° 30′	365	243	228	25	
9	6, 94	1, 85	108°	487	325	294	31	
11	7, 00	2, 48	130°	659	430	356	74	
12	6, 59	2, 60	124°	557	371	367	4	Vis du Sud.
15	6, 52	1, 94	121° 30′	500	712	648	64 fait 32 pour chaque Vis.	Vis du Milieu & du Sud.
	6, 35	2, 25		568				
				1068				
17	9, 46	4, 42	187° 15′	720			313	Les trois Vis.
	10, 00	4, 34		757	1453	1140	donné	
	9, 77	4, 17		706			104 pour chaque Vis.	
				2183				

§. 21. Pour faire voir le parfait accord de la théorie avec l'expérience, nous remarquerons pluſieurs choſes. 1) Parmi les dix expériences que nous avons choiſies, il n'y en a que deux, ſçavoir la cinquieme & ſeptieme qui s'écartent beaucoup de la théorie, car les erreurs montent à une troiſieme & quatrieme partie du produit entier. 2) Toutes les erreurs ſont poſitives, comme cela doit être, parce que nous n'avons pas fait attention au frottement de l'eau contre les parois de l'hélice, ni à l'inertie des parties de la Machine. 3) Les erreurs dans la troiſieme, huitieme, neuvieme, quinzieme expérience, ne mon-

tent

tent qu'à une neuvieme partie du produit total: cette erreur peut bien être compenſée par le frottement & l'inertie. 4) La ſeconde & douzieme expérience s'approchent trop prés de la théorie ; cependant la ſeconde expérience, qui eſt preférable aux autres, prouve évidemment que notre théorie s'approche extrèmement du vrai. 5) Nous avons remarqué dans l'article 17, que la réduction faite par les $\frac{2}{3}$ de l'action entiere n'eſt vraie qu'à peu prés, parce que l'eau ceſſe de ſortir avant que la vis ait parcouru un arc de 120°, lorsque les viteſſes ſont fort grandes. Si nous ſuppoſons que l'eau ne dégorge plus, la vis ayant décrit un arc de 105°, il faut prendre les $\frac{7}{12}$ de l'action entiere. Dans ce cas la réduction donnera 384 pieds cubes pour la onzieme expérience, & une erreur de 28. Pour la derniere expérience, le réſultat de la reduction fournit 1273, & une erreur de 133 pour les trois vis. Les erreurs ne mentent qu'à un neuvieme & dixieme du produit entier, ce qui eſt conforme à notre troiſieme remarque. On voit donc que la réduction faite par un $\frac{7}{12}$ ne s'écarte pas du vrai. 6) Qu'on conſidére que la force du vent n'eſt pas conſtante. La viteſſe du courant de l'air change à chaque inſtent. Cependant on ne peut prendre qu'un milieu entre les nombres des tours que les ailes du moulin ont faits dans un certain tems, pour en tirer la viteſſe par ſeconde ou par minute. Au reſte, l'on ne doit pas s'attendre à une exactitude géometrique dans des expériences faites en grand. Elles ſont d'une nature bien différente de celles qu'on fait dans les Cours de Phyſique avec des Machines bien ſoignées & ſcrupuleuſement dreſſées. Pour peu qu'on ait de connoiſſance de la mécanique des arts, on ne ſaura qu'applaudir à l'accord de notre théorie avec l'expérience. Auſſi ſuis-je aſſuré que la queſtion propoſée ne pourra être décidée que pas les Géometres qui ont connoiſſance des expériences faites en Hollande, parce qu'on n'a nulle part fait des expériences ſi amplement ſur la Machine en queſtion.

§. 22. Il ne ſera peut-être pas inutile de communiquer au Lecteur la méthode abrégée que j'ai ſuivie dans mes calculs. Je remarque d'abord que dans la valeur de γ, §. 15. ſe trouvent deux quantités égales qui ſe détruiſent, ſçavoir $a \sin \theta \cos \frac{\alpha}{a}$ & $- a \sin \theta . \cos \frac{\alpha - c \cos \phi}{a}$, car $c \cos \phi$ deſigne un certain nombre de circonférences de la baſe. §. A cauſe des ſignes ambigus, qui précédent les termes $a \sin \theta \cos \frac{\alpha}{a}$ dans les preſſions de β & de δ, il faut noter que les ſignes de ces termes ſeront toujours, poſitifs dans δ, & négatifs dans γ, que α ſoit plus grand ou plus petit que 90°, mais il faut prendre $\cos \frac{\alpha}{a}$ en plus, que α ſoit plus grand ou plus petit que 90°. On aura donc

$$\gamma = \tfrac{1}{2} (c \cos \theta - h + a \sin \theta - a \theta \cos \frac{\alpha}{a} - \cos \theta \operatorname{tang} \phi \times \alpha)$$

$$\& \quad \delta = \left(h - a \sin \theta + a \sin \theta \cos \frac{\alpha}{a}\right) \frac{\sqrt{k}}{2 \cos \phi}.$$

REMARQUES

ſur la maniere dont l'eau monte dans la vis d'Archimede.

§. 23. Mr. *Pitot* a fait des recherches ſur la vis d'Archimede ſelon les principes de la Statique. Il prétend, qu'à chaque révolution de la vis ſe dégorge un arc hydrophore, §. Parce que l'eau monte & deſcend ſur l'hélice, comme ſur des plans inclinés, on peut conſidérer l'hélice comme des tuyaux inclinés & recourbés, qui ſe communiquent. Or il eſt conſtant que dans des tuyaux communiquans, l'eau ſe ſoutient à hauteurs égales: cet eſpace que l'eau occupe dans l'hélice, étant à hauteurs égales, s'appelle l'arc hydrophore.

Pour

Pour peu que l'on réfléchiſſe ſur la théorie de Mr. *Pitot*, on appercevra qu'elle ne pourra avoir lieu, que pour le moment où l'on arrête la vis. Alors l'eau doit s'arrêter à hauteurs égales dans l'hélice, pour ſe mettre au niveau. Mais, dès qu'on aura mis la Machine en mouvement, le niveau viendra à être troublé, en ſorte que l'arc hydrophore n'entre plus en ligne de compte, quand il s'agit de rechercher le mouvement de la vis d'Archimede. Il ſuivroit de cette théorie que les quantités d'eau, que la vis fournit, ſont en raiſon de la viteſſe de rotation, ſi la vis verſoit à chaque révolution un arc hydrophore. Qu'on jette les yeux ſur les expériences, on verra, combien l'expérience dément le ſentiment de Mr. *Pitot*. Il ſuit de tout cela, qu'il faudra recourir à notre théorie, pour expliquer la maniere dont l'eau s'éléve dans la vis. Il faut avoir égard à la gravité & à la compreſſion de l'eau, & aux forces internes: §. 1. qui dépendent de la nature du mouvement & de la courbure de l'hélice. On voit enfin, que le mouvement de rotation éléve l'eau au deſſus du niveau qu'elle tient dans l'arc hydrophore Tout ceci étant rapporté à ce qui a été dit dans l'article 9, ſuffit pour expliquer la maniere dont l'eau s'éléve dans la vis d'Archimede. Notre théorie donne un luſtre aux Mathématiques ſublimes, ſans le ſecours desquelles l'on n'auroit pu exécuter la vis d'Archimede, ni aucune Machine hydraulique. Dans la plûpart des autres Machines les viteſſes des fardeaux ſuivent d'aſſez prés le rapport des bras du levier, ou le rapport réciproque des puiſſances. Auſſi pour la recherche de ces ſortes de Machines ſuffiſent ſouvent les Loix de la Statique. Mais les Machines hydrauliques ſont d'une nature bien différente. La viteſſe de l'eau n'eſt pas comme en raiſon de la puiſſance de rotation, C'eſt pourquoi l'on ne ſauroit découvrir la véritable théorie des Machines hydrauliques par la ſeule Statique.

§. 24. Il me reſte un troiſieme point à diſcuter pour ſatisfaire entierement au ſujet que l'Académie a propoſé. Je vais examiner la diſpoſition la plus avantageuſe de la vis d'Archimede. Cette

te recherche nous apprendra à connoitre la diſpoſition & le rapport des parties qui compoſent cette partie.

PROBLEME.

§. 25. *Déterminer les conditions requiſes pour donner à la vis d'Archimede la plus parfaite & la plus avantageuſe diſpoſition.*

SOLUTION.

Le plus grand effet qu'on attend de la vis d'Archimede conſiſte à porter une quantité conſidérable d'eau à une aſſez grande hauteur. Cependant il n'en faut pas conclure que le *maximum* du produit de la hauteur de la vis multipliée par la dépenſe de l'eau, nous faſſe connoitre le plus parfait état de la Machine. On pourra par ce moyen comparer les effets de deux Machines, qui portent en tems égaux, l'eau à différentes hauteurs. Mais la dépenſe de l'eau conſidérée en elle-même ne pourra être combinée avec la hauteur à laquelle l'eau eſt élevée. Cette conſidération n'a lieu que dans les Machines deſtinées à élever des fardeaux, vu que les fardeaux ſont des puiſſances mortes, qui prennent des viteſſes proportionelles aux bras de levier. Mais l'eau aquiert dans la vis des viteſſes, qui ne dépendent pas uniquement de la hauteur ou de la puiſſance de rotation, mais de pluſieurs cauſes enſemble, que nous avons détaillées dans les problemes précédens. Enfin la dépenſe de l'eau ſeule détermine l'effet abſolu des Machines ſemblables à celle dont nous parlons. La ſolution du probleme ſe réduit donc à chercher le *maximum* de la dépenſe d'eau, c'eſt à dire, à déterminer les dimenſions de la Machine propres à produire la plus grande dépenſe d'eau. Conſidérant l'expreſſion de la dépenſe d'eau trouvée §. , on verra que les 7 élémens ſuivans y entrent,

1) Le rayon du cylindre a.

2) La viteſſe de rotation de la vis $g\sqrt{k}$ ou [illegible].

3) L'an-

3) L'angle de l'inclinaiſon de l'hélice avec la baſe, ou l'angle φ.
4) L'angle de l'inclinaiſon de la baſe de la vis, ou l'angle θ.
5) La longueur de la vis c.
6) La hauteur de l'eau h, ſous laquelle ſe trouve la baſe de la vis.
7) L'amplitude des ouvertures de l'hélice, m^2.

Il eſt convenable de ne faire qu'un de ces élémens variable, pour chercher le *maximum*, & principalement pour abréger le calcul. Or il importe le plus, que la vis éleve une quantité conſidérable d'eau à une aſſez grande hauteur: c'eſt pourquoi j'ai pris pour variable l'angle d'inclinaiſon θ, d'où dépend la hauteur de la vis à laquelle l'eau pourra être elévée. Il eſt vrai que l'effet de la Machine dépend beaucoup de l'angle φ, mais nous allons le déterminer par eſtime, crainte de tomber dans des calculs penibles, qui cependant ne ſeroient d'aucune utilité pour la pratique. Les autres élémens dépendent de la conſtruction, de la Machine, excepté la viteſſe de rotation, ſçavoir $\sqrt{k}$ ou α, laquelle n'eſt pas conſtante pour tous les cas, mais elle varie ſelon la force du vent. Nous poſerons $\alpha = 90^\circ$, donc $\operatorname{coſ}\frac{\alpha}{a} = 0$.

Nous aurons donc $\beta = \frac{3\sqrt{k}}{2\operatorname{coſ}\Phi}$,

$$\gamma = \tfrac{1}{2}(c.\operatorname{coſ}\theta - h + a\sin\theta - \operatorname{coſ}\theta\tan\Phi.\ 90^\circ),$$

$$\delta = (h - a\sin\theta)\frac{\sqrt{k}}{2\operatorname{coſ}\Phi} = (h - a\sin\theta)\frac{\beta}{3}.$$

Poſons $\gamma - \frac{1}{3}\beta^2 = p$, & $\delta - \frac{2}{27}\beta^3 + \frac{\beta\gamma}{3} = q$.

Nous aurons $m^2\sqrt{v} =$

$$m^2\left(\tfrac{1}{3}\beta + \sqrt[3]{\left(-\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}q^2 + \tfrac{p^3}{27}}\right)}\right) - \sqrt[3]{\left(+\tfrac{1}{2}q + \sqrt{(\tfrac{1}{4}q^2 + \tfrac{p^3}{27}}\right)})\Big).$$

Il y a deux moyens de chercher le *maximum* de cette équation compliquée, ſavoir de la réduire en ſerie, ou de différentier l'équation même.

Le premier moyen nous conduit à une ſérie divergente, ou du moins à une ſérie qui converge lentement. Le ſecond moyen eſt ſans doute préférable au premier, mais il nous donne des calculs extrêmement compliqués, qu'il faudra pourtant abréger par des approximations. Nous nous ſervirons de la ſeconde voye. La différence de l'équation en queſtion ſera,

$$o = \frac{-\frac{1}{2}dq + \dfrac{\frac{1}{4}qdq + \frac{p^2dp}{18}}{\sqrt{(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})}}}{\left(-\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{22})}\right)^{-\frac{2}{3}}} = \frac{\frac{1}{2}dq + \dfrac{\frac{qdq}{4} + \frac{p^3dp}{18}}{\sqrt{(\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27})}}}{\left(\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})}\right)^{-\frac{2}{3}}}.$$

Soit

$$\left[\frac{-\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})}}{\frac{1}{2}q + \sqrt{(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})}}\right]^{-\frac{2}{3}} = \left[1 - \frac{q}{\sqrt{(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})}}\right]^{-\frac{2}{3}} = 1 + \frac{\frac{2}{3}q}{\sqrt{(\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27})}}.$$

Cette valeur étant introduite dans l'équation du *maximum*, ſe changera en celle-ci,

$$o = dq + \frac{qdq}{3\sqrt{(\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27})}} + \frac{\frac{q^2dq}{6} + \frac{p^2qdp}{27}}{\frac{1}{4}q^2 + \frac{p^3}{27}}:$$

Poſons $\sqrt{(\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27})} = \frac{1}{2}q + \frac{p^3}{27q}$, ſubſtituant cette expreſſion dans la derniere équation, nous aurons,

$$o = \frac{7q^2dq}{4} + \frac{4p^3dq}{27} + \frac{p^2qdp}{9}.$$

Sub-

Subſtituant les valeurs pour p, q, dp, dq on obtiendra une équation du huitieme degré pour $\sin\theta$. De quelque maniere qu'on traitte cette équation, on ſera toujours fort embaraſſé. C'eſt pourquoi j'ai eſſaié d'abréger encore l'équation déduite du *maximum*. Conſidérant que q eſt toujours plus petit que q, j'ai cru pouvoir négliger le terme $\frac{7q^2 dq}{4}$; il me reſtera donc $4pdq + 3qdp = 0$.

Mais $p = (c.\cos\theta - h + a\sin\theta - \alpha\cos\theta.\operatorname{tang}\phi)^{\frac{1}{2}} - \frac{3k}{4\cos\phi^2}$,

& $q = \left(c.\cos\theta. + h - a\sin\theta - \alpha.\cos\theta\operatorname{tang}\phi - \frac{k}{2\cos\phi^2}\right)\frac{\sqrt{k}}{4\cos\phi}$,

donc $dp = (a\cos\theta - c\sin\theta + \alpha\operatorname{tang}\phi.\sin\theta)\frac{dt}{2}$, &

$dq = -(c.\sin\theta + a\cos\theta)\frac{d\theta}{4\cos\phi}$. Ces valeurs étant ſubſtituées, l'équation du *maximum* ſe changera en celle-ci

$$(c^2 - 10\alpha c\operatorname{tang}\phi + a^2 + 3\alpha^2\operatorname{tang}\phi^2)\cos\theta.\sin\theta$$
$$-\left(hc + \frac{21kc}{2\cos\phi^2} + 3\alpha h.\operatorname{tang}\phi - \frac{3k}{2}\alpha\operatorname{tang}\phi\right)\sin\theta$$
$$-\left(ah + \frac{9ak}{2\cos\phi^2}\right)\cos\theta + 4a\alpha\sin\theta^2\operatorname{tang}\phi + ac - a\alpha\operatorname{tang}\phi.$$

Poſant A, B, C, D, E, pour les coëfficiens des termes reſpectifs & réſolvant l'équation des $\sin\theta$, au lieu des $\cos\theta$; on trouvera l'équation ſuivante $(A^2 + D^2)\sin\theta^4 - 2(BD + AC)\sin\theta^3 + (C^2 + B^2 + 2DE - A^2)\sin\theta^2 + 2(AC - BE)\sin\theta + E^2 - C^2 = 0$. Les valeurs des coëfficiens pour la vis du Nord ſeront, ſçavoir $A = 186, 16$, $B = 124$, $C = 12, 8$, $D = 4, 36$, $E = 40, 7$. Subſtituant ces coëfficiens, on obtiendra

$$\sin\theta^4 - 0,608,\ \sin\theta^3 - 0,54.\ \sin\theta^2 - 0,15,\ \sin\theta + 0,04 = 0.$$

M 2 Quand

Quand on cherche les racines de cette équation par approximation, on trouve que la plus petite, qui donne un *maximum*, fournit $\sin\theta = 0, 20000$ à peu près, donné $\sin\theta = \sin 120$. Cependant nous ferons voir dans l'appendix qu'il y a deux *maxima*, l'un pour l'angle de 30°, & l'autre pour l'angle de 70°. Ce qui prouve que l'équation approchée est défectueuse. Si l'on vouloit même employer l'équation $\frac{7q^2 dq}{4} + \frac{4p^3 dq}{9} + \frac{p^2 q dp}{9} = 0$, on entreroit dans un labyrinthe de calculs, qui ne promettent rien. C'est pour cela que j'ai préféré la methode de l'induction dans l'addition, ayant calculé pour différentes élévations de la vis, les quantités d'eau.

Par rapport à l'angle φ, il n'est gueres faisable de déterminer cet angle par la théorie. J'ai trouvé par les calculs de ma théorie, que plus grand on suppose l'angle φ, ou l'angle d'inclinaison de l'hélice, plus d'eau fournit la vis. Ayant supposé l'angle φ de 33° 38′, en sorte que l'hélice fera quatre tours autour du cylindre, j'ai trouvé pour la seconde expérience la vitesse de l'eau 1, 7 pieds par seconde, & la quantité d'eau dégorgée dans une minute est de 277 pieds cubes, au lieu de 182 pieds cubes pour une inclinaison φ de 11°. D'où il s'ensuit, que la Machine en question fera le plus grand effet, lorsqu'on donne à la vis une elévation, de 60°, & qu'on incline l'hélice sur la base sous un angle de 33° 38′. La vis ayant 14, 5 pieds de longueur, & une base dont le rayon est de 2, 3 pieds.

§. 26. L'angle d'inclinaison de la vis sera à peu prés de 80° pour toutes les vis, quelle que soit, leur longueur, & quelque soit le rayon de leur base. J'ai cherché pour le cas de la seconde expérience; la quantité d'eau que donnent des vis de 16 & de 12 pieds. Celle de 16 pieds fournira 176 pieds cubes, & la vis de 12 pieds donnera 216 pieds. Mais la vis de $14\frac{1}{2}$ pieds dépense 182 pieds cubes dans une minute. D'où il paroit que les plus longues vis doivent avoir plus d'inclinaison, & que les plus petites vis en doivent avoir moins.

C'est

C'eſt à dire, que $cos\theta$ doit répondre à un angle d'inclinaiſon moindre que 90° & plus grand que 60° pour les grandes & les petites vis. En effet les ſinus d'inclinaiſon ſont à peu près en raiſon inverſe des longueurs des vis. (voyez l'Addition) Il ſemble donc que par hazard les conſtructeurs des moulins ont préferé l'angle de 60°. Il eſt vrai que les angles de 45° & de 60° ſont les plus faciles à exécuter dans la pratique: & comme l'angle de 60° donne à la vis une plus grande élévation, il eſt probable qu'on a préféré cet angle. Il ſe pourroit qu'on leur ait indiqué cet angle, conformément à ce que Mr. *D. Bernoulli* a propoſé dans ſon Hydrodynamique. Mais il faut avouer que Mr. *Bernoulli* n'a pas tiré cet angle de ſa théorie, mais plutôt par une ſimple induction, qui d'ailleurs eſt fondée ſur des principes de Statique.

§. 27. Il n'eſt pas avantageux de donner une trop grande viteſſe de rotation à la vis. On voit, par les expériences & par la théorie, que, les produits ne ſont pas de beaucoup près ſi grands en comparaiſon de ceux qu'une moindre viteſſe de rotation a fournis. Pour cet effet, il nous paroit que la proportion des dents & des fuſeaux des roues & des lanternes a été très ſagement établie, ſçavoir que la vis fait un tour & demi dans le même tems que les ailes ne font qu'un tour. Encore, pour modérer la viteſſe de rotation, on a très bien fait tourner deux ou trois vis à la fois, & de garnir chaque vis de trois hélices pour augmenter la réſiſtance que la vis oppoſe au mouvement de rotation. Il paroit par les expériences, qu'il ne faut faire jouer qu'une vis, lorsque la vis décrit un arc moindre que 90° dans une ſeconde; qu'on fait jouer deux vis, lorsque l'arc parcouru eſt moindre que 120°, mais plus grand que 90°. Enfin, ſi le vent eſt encore plus fort, on fera jouer les trois vis enſemble.

§. 28. Par la diſpoſition que nous avons donnée à la Machine, la réſiſtance qu'elle oppoſe au mouvement de rotation, eſt avan-

tageusement établie. Nous venons de voir, que le mouvement de rotation ne doit pas être trop rapide; ainsi cette résistance ne doit pas être trop foible. La résistance que l'eau oppose au mouvement de rotation, a été trouvée égale,

$$amh^2\left(c\cos\theta\cos\phi + a\sin\theta\cos\phi\,\mathrm{tang}\,\phi\left(\frac{(\cos\alpha - c.\cos\phi)}{a} - \cos\frac{\alpha}{a}\right)\right). \text{ §. 11.}$$

$= amh^2c\cos\theta\cos\phi$, parce que $\alpha = 90°$. Mais, comme chaque vis a trois hélices, le moment de résistance sera $3amh^2c\cos\theta\cos\phi$. Parce que $\theta = 30°$, par conséquent $\cos\theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$, de plus $\phi = 33°\ 38'$, donc $\cos\phi = 0,833$, on aura

$$amh^2c\cos\theta\cos\phi = 1,075\ amh^2c$$

ou à peu près amh^2c, pour la résistance de l'eau opposée au mouvement de rotation, dont le moment est en raison composée du rayon, de la longueur de la vis & de l'amplitude de l'hélice, les angles ϕ & θ étant donnés. La théorie de la vis d'Archimede pourroit aussi servir à perfectionner celle des moulins à vent. Il ne s'agiroit que de calculer le moment de la force du vent sur les ailes, & le réduire à la vis. Ce moment devroit être presque égal au produit amh^2c; car, à cause du frottement & de l'inertie des parties de la Machine, il doit surpasser la quantité amh^2c. Mais cette recherche nous écarteroit trop de notre but.

§. 29. Nous rassemblerons enfin toutes les maximes requises pour donner à la vis d'Archimede une plus grande perfection.

1) L'angle d'inclinaison de la vis avec l'horizon doit être de 60° pour une vis de $14\frac{1}{2}$ de longueur; il sera plus petit pour une plus longue vis, & plus grand pour une plus petite vis.

2) La vis doit tout au plus faire un tour & demi, pendant que les ailes ne feront qu'un tour.

3) Cha-

3) Chaque vis ſera garnie de trois hélices, pour fournir un écoulement continu.

4) Le moulin doit pour le moins faire aller deux vis.

5) Chaque hélice ne fera que quatre tours autour du cylindre. Il ſera facile aux Mechaniſtes de déterminer la diſtance d'un tour de l'hélice à l'autre. Qu'ils prennent ſur une échelle la perpendiculaire CB = à la longueur de la vis, & la baſe AB =, quatre fois la demi-circonférence de la baſe. Qu'on tire la ligne AC. Soit AD = la demi-circonférence de la baſe, la perpendiculaire ED donnera la diſtance d'un tour de l'hélice à l'autre. Fig. 3. (*

6) L'arbre de la vis doit avoir un petit diametre. Si le rayon eſt de trois pieds on donnera $1\frac{1}{2}$ pieds de diametre à l'arbre, afin que les ouvertures des hélices puiſſent être aſſez larges.

7) Quand les ailes du moulin feront moins de dix tours par minute, on fera aller une vis. Lorsque les ailes tourneront moins de quatorze fois par minute, on mettra deux vis en mouvement. Enfin les trois vis joueront, quand la viteſſe du vent ſera encore plus grande.

§. 30. Il ne ſuffit pas pour l'examen d'une Machine d'établir la conſtruction & les moyens de s'en ſervir; il eſt auſſi néceſſaire de ſavoir, ſi l'exécution en eſt facile, ou ſi elle eſt aſſujettie à des inconvéniens, qui rendent l'entretien trop difficile. On m'a parlé entr'autres de trois inconveniens. L'eau dépoſe dans l'hélice beaucoup de ſaletés, qu'on ne pourra ôter à cauſe des détours de l'hélice. J'avoue qu'on ne ſauroit entierement remédier à cette difficulté. Cependant elle ſera beaucoup moins conſidérable, ſi l'hélice fait moins de tours ſur ce cylindre, car alors elle approchera davantage d'une ligne droite,

&

*) L'auteur a négligé de joindre cette figure à ſon mémoire, mais il eſt facile de ſe la repréſenter.

& elle n'aura pas tant de recoins & replis creux, dans lesquels les dépôts de l'eau se peuvent commodément loger. D'autant plus, quand les ouvertures des hélices & le volume de l'hélice seront plus amples.

On prétend, en second lieu, que l'essieu de fer du cylindre s'use en peu de tems dans la crapaudine; ce qui ne se peut guères réparer sans démonter la Machine. Mais, il faut remarquer que l'essieu de fer étant incliné sur la crapaudine horizontale, devoit naturellement produire un frottement considérable. & bientôt rendre ovale la crapaudine. Si au contraire on avoit pris la précaution d'incliner la crapaudine sous le même angle que fait la vis, en sorte que l'essieu tourneroit perpendiculairement dans la crapaudine, l'on auroit aussi remédié à cet inconvénient.

On dit, en troisieme lieu, qu'il est très difficile d'arrêter la vis, lorsque le vent cesse. La vis étant chargée d'eau retourne alors en sens contraire, & attaque ainsi rudement les parties de la Machine. Mais ce défaut ne me paroit point irrémédiable. On sait qu'en faisant une ouverture dans un tuyau rempli d'eau, qui peut tourner librement autour d'un axe, le tuyau tournera en effet en sens contraire à l'ouverture. Pour que donc la vis ne retourne pas en sens contraire, seroit-il impossible de pratiquer dans la vis, un peu au dessus du niveau de l'eau, une ouverture dans le sens contraire du mouvement, laquelle on fermeroit moyennant une valvule, ou quelque chose de semblable. Alors l'eau contenue dans la vis s'écouleroit, & il n'y auroit pas à craindre que la gelée fit créver l'hélice.

ADDITION.

Parce que le *maximum* de l'angle d'inclinaison de la vis d'Archimede, propre à fournir la plus grande dépense d'eau, engage a faire des calculs des plus compliqués j'ai préféré de chercher par la théorie, les angles

gles d'inclinaiſon, ſous lesquels la vis étant diſpoſée donne le plus d'eau. J'ai en même tems poſé que l'angle φ, que fait l'hélice avec la baſe, eſt de 33° 31'. J'ai donc trouvé pour la ſeçonde expérience les réſultats ſuivans.

Si l'angle θ, ou l'angle que la baſe fait avec l'horizon, eſt de 10°, la quantité d'eau fournie dans une minute eſt de 215 pieds cubes

ſin $\theta = 20°$, la quantité d'eau eſt à peu près de même, 215 pieds cubes

ſin $\theta = 30°$, ———————————— 227 pieds cubes

ſin $\theta = 40°$, ———————————— 191 ————

ſin $\theta = 50°$, ———————————— 186 ————

ſin $\theta = 60°$, ———————————— 134 ————

ſin $\theta = 70°$, ———————————— 253 ————

Si la vis étoit inclinée à 80°, elle auroit été entierement ſubmergée ſous l'eau: ainſi j'ai du borner les calculs à 70°. Faiſant attention à ces différens réſultats, on remarquera d'abord, que la vis fournira plus d'eau, quand les angles que fait l'hélice avec la baſe, ou l'angle φ, ſont plus grands. Car nous avons vu que la ſeconde expérience n'a donné que 187 pieds cubes, ſous la même inclinaiſon de $\theta = 30°$, mais ſous un plus petit angle φ de 11°. Cependant nos calculs fourniſſent 227 pieds cubes, ce qui fait un quart de plus. 2) On obſervera qu'il y a deux *maxima*. Ceci ne nous doit pas ſurprendre, parce que l'équation la plus approchée pour le *maximum* de l'angle θ étoit du quatrieme degré. Or il eſt conſtant, qu'il peut y avoir dans de pareils cas pluſieurs *maxima & minima* Le premier *maximum* ſe trouve à l'angle θ de 30°, c'eſt à dire lorsque la vis ſera inclinée ſous un angle de 60°. Le ſecond *maximum* ſe rapporte à l'angle θ de 70°, ou à un angle d'inclinaiſon de 20°. Nous apprenons par là, que la vis peut donner une quantité conſidérable d'eau ſi elle eſt inclinée ſous un très petit angle, car on ne ſauroit incliner la vis ſous un plus petit angle que 20°, la hauteur de l'eau étant de 4 pieds. En effet l'expérience ne confirme que trop notre raiſonnement. Nous avons déjà inſinué plus haut, que les *Waater-moolen* donnent une grande quantité d'eau, parce que la vis fait un très petit angle avec l'horizon. Mais, quand il s'agit de porter l'eau à une plus grande hau-

hauteur, il faudra incliner la vis ſous un angle environ de 60°. Je dis environ, parce que la longueur de la vis change beaucoup l'angle d'inclinaiſon. Une vis de 16 pieds de longueur ne fournit, dans le cas de la ſeconde expérience, que 97 pieds cubes par minute, tandis qu'une vis de 12 pieds donnera 216 pieds cubes d'eau. Mais la vis de $14\frac{1}{2}$ pieds a fourni 187 pieds. On voit par là que les plus petites vis ſont plus avantageuſes que les plus grandes. Il faudra donc incliner ſous un plus petit angle les grandes vis, pour qu'elles donnent une aſſez grande quantité d'eau. Mais on diminuera ainſi la hauteur à laquelle l'eau pourroit être portée, ſi l'on n'avoit pas du diminuer l'angle d'inclinaiſon. J'ai trouvé par la ſolution de l'équation du *maximum* §. 25, n'ayant pas négligé le troiſieme terme, que coſ ϕ ou le ſinus de l'inclinaiſon de la vis eſt comme $\dfrac{h - \dfrac{k}{\text{coſ}\,\phi^2}}{c}$ c'eſt à dire que le ſinus de l'inclinaiſon de la vis, toutes choſes d'ailleurs égales, eſt à peu près en raiſon inverſe de la longueur de la vis. Il faut ſe contenter d'un à peu près, parce que le rapport que nous venons d'employer, a été déduit par approximation. Cependant ce rapport eſt plus petit qu'en raiſon inverſe des longueurs de la vis. Si nous ſuppoſons pour une vis de $14\frac{1}{2}$ pieds le premier *maximum* à 20°; on trouvera le *maximum* pour des vis de 16, 12, 10 pieds aux angles de 18°, 24°, 30°. Mais ſi on poſe le ſecond *maximum* à l'angle de 60°, on trouvera le *maximum* pour une vis de 16 pieds, à l'angle de 50°. Cependant on trouvera le *maximum* pour une vis de 12 pieds, ſous un angle extrêmement grand, ce qui ne ſauroit être. On voit par tout ceci que les grandes vis ſont inférieures aux petites. Si l'on vouloit employer une vis de 16 pieds, ſous l'angle de 50°, elle porteroit l'eau à la même hauteur, ſçavoir à $12\frac{1}{2}$ pieds, à laquelle la vis de $14\frac{1}{4}$ pieds éleve l'eau, étant diſpoſée ſous l'angle de 60°. Une vis de 12 pieds de longueur, diſpoſée ſous l'angle de 60°, qui portera l'eau à la hauteur de $10\frac{1}{2}$ pieds, ſera la plus avantageuſe dont on ſe pourra ſervir, en lui donnant les dimenſions néceſſaires, & prennant les précautions que nous avons expoſées.

F I N.

DISSER-

DISSERTATION

SUR

CES QUESTIONS:

Comment l'eau s'éléve-t-elle dans la vis d'Archimede? Et quels ſeroient les moyens de porter cette machine à ſa perfection?

QUI A CONCOURU.

DEVISE:

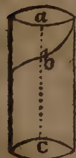
Invitat pretiis animos, & præmia ponit.

Virg. Eneid.

§. 1.

La machine connue ſous le nom de vis d'Archimede, dont l'examen doit être le ſujet de ce Mémoire pour répondre à la Question propoſée par l'Illuſtre Académie à qui j'ai l'honneur de le préſenter, eſt compoſée d'un cylindre ſolide, mobile autour de ſon axe, & incliné à l'horizon, autour duquel eſt fixé un canal, en forme de ſpirale, dont tous les tours conſervent la même obliquité ſur le cylindre, l'extremité inférieure de ce canal ſera plongée dans l'eau qui doit s'élever, lorſqu'on fera tourner le cylindre autour de ſon axe. La Queſtion propoſée renferme deux parties: dans la premiere on doit analyſer le méchanisme de cette vis pour expliquer comment l'eau s'éleve dans le canal par le mouvement du cylindre; & dans la ſeconde il faut calculer l'effet que cette machine peut produire, examiner les inconvéniens auxquels elle eſt ſujette, & chercher les moyens de la perfectionner.

§. 2. Pour répondre à la premiere partie, il eſt néceſſaire d'examiner cette courbe à double courbure, que forme la ſpirale qui environne le cylindre, & de chercher d'abord la hauteur de chacun de ſes élémens au deſſus d'un plan horizontal qui paſſeroit par le bas du cylindre.



Cette courbe peut être conſidérée comme formée par le mouvement uniforme d'une ligne droite ac toujours parallele à elle-même, autour du cylindre, tandis qu'un point b parcourt auſſi uniformement la ligne ac: & c'eſt du rapport de la viteſſe de ce point à la viteſſe de la ligne, que dépend la nature de la courbe, ou ſon obliquité ſur le cylindre.

Soit $Aabc$ le cylindre incliné à l'horizon, ſous un angle bas, dont le ſinus ſoit f, le ſinus total étant égal à l'unité. $APaB$, eſt la Planche 2.

N 3 circon-

circonférence du cercle de la baſe, & AMDC un arc entier de la courbe; ſoit la viteſſe du point à celle de la ligne, ou ce qui eſt la même choſe, la longueur PM à la longueur de l'arc AP, comme m à n: ſoit encore l'arc AP pris pour abſciſſe égal à x, & y ſon ſinus verſe, AN pour le rayon AO $= r$.

on aura $PM = \frac{m}{n} x$ & $MT = \frac{m}{n} fx$

& la proportion: $1 : \sqrt{(1-ff)} = 2r-y : RT = (2r-y)\sqrt{(1-ff)}$. Donc, pour une abſciſſe AP $= x$, priſe depuis l'origine A de la courbe ſur la circonférence d'un cercle paſſant par A, la hauteur RM du point correſpondant M de la courbe, au deſſus d'un plan horizontal paſſant par a l'autre extrémité du diametre du cercle de la baſe ſera exprimée par $\frac{m}{n} fx + (2r-y)\sqrt{(1-ff)} = z$.

Voici quelques unes de ces hauteurs, en donnant à x différentes valeurs. Soit c la circonférence du cercle dont le rayon eſt l'unité.

Si $x = 0$ on a $y = 0$, & $z = \cdot\ \cdot\ \cdot\ 2\sqrt{(1-ff)}.r$

$x = \frac{1}{8} cr$ - - $y = (1-\sqrt{\tfrac{1}{2}})r$ $z = \frac{1}{8} c \frac{m}{n} fr + 1{,}71\sqrt{(1-ff)}.r$

$x = \frac{2}{8} cr$ - - $y = r$ - - $z = \frac{2}{8} c \frac{m}{n} fr + \sqrt{(1-ff)}.r$

$x = \frac{3}{8} cr$ - - $y = (1+\sqrt{\tfrac{1}{2}})r$ $z = \frac{3}{8} c \frac{m}{n} fr + 0{,}29\sqrt{(1-ff)}.r$

$x = \frac{4}{8} cr$ - - $y = 2r$ - $z = \frac{4}{8} c \frac{m}{n} fr$

$x = \frac{6}{8} cr$ - - $y = r$ - - $z = \frac{6}{8} c \frac{m}{n} fr + \sqrt{(1-ff)}.r$

$x = \frac{8}{8} cr$ - - $y = 0$ - - $z = \frac{8}{8} c \frac{m}{n} fr + 2\sqrt{(1-ff)}.r$

On

L'on peut voir par-là, que pour les deux valeurs de $x = o$, & $x = cr$, les deux hauteurs z correſpondantes différent entr'elles de la quantité $\frac{m}{n} f c r$, c'eſt à dire que le point c de la vis eſt plus élevé que le point A de la quantité $\frac{m}{n} f c r$, en ſorte que la diſtance Ac entre les pas de la vis eſt $\frac{m}{n} c r$.

§. 3. Pour commencer par le cas le plus ſimple, & avant que de ſuppoſer de l'eau dans le canal de la vis, voyons ce qui arriveroit à un corps rond, qu'on laiſſeroit deſcendre par l'extremité ſupérieure de ce canal. Sera-t-il poſſible que ce corps s'arrête en quelque point ſans rouler jusqu'au bas, le cylindre étant ſuppoſé immobile? Il eſt évident que pour que ce corps puiſſe être ſoutenu dans quelque point du canal, il faut que ce point ſoit plus bas qu'aucun de ceux qui ſont immédiatement à côté, c'eſt à dire qu'il faut que la hauteur z ſoit un *minimum* dans cet endroit-là; or, par l'inſpection des différentes valeurs de z que nous avons déterminées cy-deſſus, il eſt aiſé de voir que cela eſt poſſible. Car, par exemple, ſi les quantités m, n, & f ſont telles qne la fonction $\frac{1}{8} \frac{m}{n} \frac{f}{\sqrt{(1-ff)}} c$ ſoit plus grande que $1 - \sqrt{\frac{1}{2}}$, & plus petite que $\sqrt{\frac{1}{2}}$, la valeur de z pour $x = \frac{3}{8} cr$ ſera plus petite que les deux valeurs qui correſpondent à $x = \frac{2}{8} cr$, & $x = \frac{4}{8} cr$, en ſorte que néceſſairement, entre ces deux valeurs, il y en aura une où z ſera un *minimum*. Nous déterminerons exactement dans un moment, quelle eſt la valeur de x ou de y qui correſpond à ce z *minimum*: mais l'on doit encore voir que, dès que x a paſſé le point a, ou eſt plus grand que le demi cercle, alors les hauteurs z vont en augmentant, jusqu'à ce que x ait fait le tour entier, parce qu'au delà de a, x augmente & y diminue, deux cauſes qui contribuent

à

à augmenter la valeur de z, ce n'eſt donc que dans la demi-portion AMD que z peut devenir *minimum*, c'eſt à dire que le corps peut s'arrêter.

Pour déterminer maintenant ce point, il faut faire la différentielle dz égale à zéro: or on a $dz = \frac{m}{n} f dx - dy \sqrt{(1-ff)}$, & comme par la nature du cercle, $dx = \frac{r dy}{\sqrt{(2ry-yy)}}$, on a $dz = \left(\frac{m}{n} f \frac{r}{\sqrt{(2ry-yy)}} - \sqrt{(1-ff)}\right) dy$ qui égalée à zéro donne après la réduction:

$$y = r \pm r\sqrt{\left(1 - \frac{mm}{nn} \cdot \frac{ff}{1-ff}\right)} = r\left(1 \pm \frac{\sqrt{(gg-ff)}}{g\sqrt{(1-ff)}}\right)$$

(en appellant g le ſinus de l'angle conſtant que fait la courbe avec les lignes PM tirées ſur la ſurface du cylindre parallelement à ſon axe, ce qui donne: $m : n = \sqrt{(1-gg)} : g$).

Ces deux valeurs de y dénotent que la courbe a ſon élément parallele à l'horizon en deux endroits, dont l'un déſigne le point le plus haut où z eſt *maximum*, ſavoir $y = r\left(1 - \frac{\sqrt{(gg-ff)}}{g\sqrt{(1-ff)}}\right) = AG$, & l'autre déſigne le point le plus bas, où z eſt *minimum*, ſavoir

$$y = r\left(1 + \frac{\sqrt{(gg-ff)}}{g\sqrt{(1-ff)}}\right) = AN.$$

Il y a donc trois points à conſidérer dans un arc de la vis ADC, ſavoir les deux M & L que nous venons de déterminer, & un troiſieme K autant élevé au deſſus de l'horizon que le point le plus haut L, en ſorte que, ſi l'on verſe de l'eau dans le canal, elle s'élevera jusqu'a ce que ſa ſurface atteigne la ligne LK, & remplira ainſi tout l'arc LMK.

§. 4.

§. 4. On peut, en examinant les valeurs de y, en tirer le corollaire ſuivant : ſi $g = f$ les deux valeurs de y deviennent égales à r, c'eſt à dire que les deux points ſe confondent en H, l'arc LDK devient nul, il eſt alors impoſſible qu'il reſte de l'eau dans la vis.

Si $g < f$, les deux valeurs deviennent imaginaires: donc pour que la vis puiſſe retenir l'eau, & par conſéquent être de quelque uſage, il faut néceſſairement que g ſoit plus grand que f, c'eſt à dire que l'angle d'inclinaiſon du canal ſur le cylindre, par rapport aux lignes PM, ſoit plus grand que l'angle que fait le cylindre avec l'horizon.

§. 5. Il n'eſt pas difficile, après ce que nous venons de dire, d'expliquer comment l'eau contenue dans l'arc LMK, ou bien le corps placé en M, qui eſt ſuppoſé le point le plus bas, s'élévera lorsqu'on fera tourner le cylindre: car ſuppoſons dabord que le cylindre ne tourne que d'une quantité infiniment petite égale à dx, le point M viendra en μ, & s'élevera d'une quantité égale à $dy\sqrt{(1-ff)}$, & prenant $mV = M\mu = dx$, le point le plus bas ſe trouvera dans ce moment-là en V: car, quoiqu'on faſſe tourner le cylindre, il doit toujours répondre à la même abciſſe AP, (en prenant toujours l'origine A au point le plus élevé du cercle de la baſe;) or ce point V eſt plus élevé que M de la quantité $\frac{\sqrt{(1-gg)}}{g} f dx$. Donc le corps qui par ſa peſanteur tend toujours à deſcendre pour occuper le point le plus bas, ſe trouvera, après que le cylindre aura tourné, être dans le point V, & aura par conſéquent été élevé d'une quantité égale à $\frac{\sqrt{(1-gg)}}{g} f dx$. On peut conſidérer ici deux mouvemens dans le corps, l'un ſon mouvement propre dans le canal, par lequel il a parcouru le petit élément Mm, & eſt deſcendu de ſon propre poids, comme ſur un plan incliné, & l'autre un mouvement commun avec le canal, par le quel il a parcouru l'arc Mμ. Le réſultat de ces

O deux

deux mouvemens fait qu'il parcourt la ligne MV, & qu'il ſera plus élevé qu'auparavant de la quantité $\frac{V(1-gg)}{g} f\,dx$, en ſorte qu'on peut dire réellement que c'eſt en deſcendant dans le canal que le corps eſt élevé. Cette aſcenſion du corps ſe fera préciſément de la même maniere pour l'élément ſuivant, & de même pour un tournoyement quelconque du cylindre, de façon que le corps ſe trouvera toujours ſur le prolongement de la ligne PM, aprés un demi-tour il ſera en E, & après le tour entier en F.

Je crois avoir expliqué bien clairement la maniere dont l'eau s'éleve dans la vis d'Archimede, & j'eſpere qu'après ce que je viens de dire, il ne reſtera plus aucune difficulté ſur cette premiere partie de la queſtion. Je paſſe maintenant à la ſeconde : *ſur les moyens de porter cette machine à ſa perfection.*

§. 6. Avant que de chercher les moyens de perfectionner une machine, il faut examiner auparavant, ſi elle en eſt ſuſceptible, & ſi elle ne fait point déjà tout l'effet dans elle eſt capable ; car, dans toute machine, il y a un certain point de perfection, au delà duquel il eſt inutile de prétendre pouvoir aller, il eſt même impoſſible d'y atteindre à cauſe d'un grand nombre d'effets inutiles, auxquels eſt néceſſairement employée une partie de la force motrice, & c'eſt à les diminuer & à éviter autant qu'il eſt poſſible tous ces effets étrangers au but qu'on ſe propoſe, que conſiſtent les recherches qu'on peut faire ſur les moyens de perfectionner une machine. Ce point de perfection eſt lorsque l'effet ſeroit entierement égal à la puiſſance motrice, j'entens par effet, le produit du poids que la machine doit élever par la viteſſe avec laquelle il eſt élevé, car c'eſt à cela que peut ſe réduire l'effet d'une machine quelconque, & il ne faut pas croire qu'il y en ait aucune dans laquelle cet effet puiſſe ſurpaſſer la puiſſance motrice, de quelque nature qu'elle ſoit, cela ſeroit entiere-

ment

ment contraire aux principes de la Méchanique : toutes les machines considérées dans la théorie reviennent au même ; leur effet est toujours équivalent à la puissance motrice, ce n'est que dans la pratique que cet effet utile & essentiel est diminué plus ou moins. C'est ce qui établit la différence de perfection entre les différentes machines ; les frottemens en sont une cause très considérable, ils absorbent une grande partie de la puissance motrice, & cela d'autant plus que la machine est plus composée. Mr. *Bernoulli*, dans son Hydrodynamique, calcule quelle partie de la puissance est employée utilement dans la fameuse machine de Marly, & il trouve, ce qui paroit presque incroyable, que cette partie n'est que la $\frac{1}{50}$ de la puissance entiere.

§. 7. L'effet de la vis est d'élever une certaine quantité d'eau à une hauteur donnée, pendant un certain tems : cette quantité dépendra de la longueur de l'arc hydrofore LMK, qu'il s'agit donc de déterminer : l'inclinaison étant la même pour chaque élément de la courbe rélativement à l'axe du cylindre, si on appelle du un petit élément de cette courbe qui corresponde à un petit arc dx de la base, on aura partout $du = \frac{1}{g} dx$, & par conséquent $u = \frac{1}{g} x$ (en prenant la même origine pour u & x)

L'arc LM compris entre le point le plus haut & le point le plus bas pourra donc se déterminer exactement, car l'arc de la base qui lui correspond est QP, dont la moitié a pour sinus GO, ou ON $= r\left(\frac{\sqrt{(gg-ff)}}{g\sqrt{(1-ff)}}\right)$ & pour cosinus $r\left(\frac{f}{g}\sqrt{\frac{(1-gg)}{1-ff}}\right)$ en sorte qu'on aura l'arc LM $= \frac{1}{g}$ Arc. sin $2\frac{f}{g}\sqrt{\frac{(1-gg)}{1-ff}} \frac{\sqrt{(gg-ff)}}{g\sqrt{1-ff}}$.

Mais la connoissance de cet arc ne servira point à faire connoitre l'arc LK, car on ne pourra le déterminer que par une approximation

de la maniere suivante : la hauteur du point L au dessus du plan as, est $= \frac{m}{n} f. (AQ) + V(1-ff). (Ga)$ comme nous l'avons trouvée au §. 2. La hauteur du point K est $= \frac{m}{n} f (Aaq) + V(1-ff). (ag)$. Mais, comme ces deux points sont supposés être également élevés au dessus de as, on aura une égalité entre ces deux hauteurs, savoir

$$\frac{m}{n} f. (AQ) + V(1-ff). (aG) = \frac{m}{n} f (Aaq) + V(1-ff). (ag)$$

$$\text{ou} \quad V(1-ff)\ (Gg) = \frac{m}{n} f\ (Qq),$$

$$\& \quad Gg : Qq = \frac{m}{n} \frac{f}{V(1-ff)} : 1 = \frac{fV(1-gg)}{gV(1-ff)} : 1.$$

Soit QG le sinus de l'arc AQ égal à a, comme l'on a trouvé ci-dessus, $GO = \frac{V(gg-ff)}{gV(1-ff)}$, on aura $a = \frac{fV(1-gg)}{gV(1-ff)}$: Donc on aura la proportion suivante

$$Qq : Gg = AO : GQ = 1 : a, \quad \& \text{ en faisant } Og = z,$$

on aura

$$(\text{Arc. Cos. } z - \text{A. Sin. } a) : z + V(1-aa) = 1 : a,$$

en sorte que, aprés avoir donné une valeur à la quantité a, on trouvera la quantité z, & par conséquent l'arc Qq correspondant à LMK, par l'équation : $z + V(1-aa) = a\,(\text{A. Cos. } z - \text{A. Sin. } a)$ que l'on résoudra par quelque méthode d'approximation. En voici une dont je me sers ordinairement, qui est assez simple & d'une très grande généralité: on met d'abord l'équation sous cette forme

$$z = z - \frac{z + V(1-aa) - a\,(\text{A.C.}\,z - \text{A.S.}\,a)}{n},$$

&

& on déterminera ensuite la quantité n par cette condition, que la différentielle dz soit égale à la différentielle de

$$\frac{z + \sqrt{(1 - aa)} - a(\text{A. C. } z - \text{A. S. } a)}{n}$$

ce qui donnera $dz = \dfrac{dz \mp \dfrac{a\,dz}{\sqrt{(1 - zz)}}}{n}$, d'où l'on tire

$n = 1 \mp \dfrac{a}{\sqrt{(1 - zz)}}$. (Il faut prendre le signe $-$ si A. cos z est plus petit que la demi-circonférence, & le signe $+$ s'il est plus grand, nous verrons bientôt comment on peut distinguer ces deux cas.) Je ne donne pas ici la raison de ce procédé pour la détermination de n: je croirois sortir de mon sujet, d'ailleurs elle n'est pas difficile à trouver: voici simplement un exemple de cette méthode; Soit $a = \sqrt{\tfrac{1}{2}} = 0,7071$, on a $\sqrt{(1 - aa)} = 0,7071$ & Arc. sin $a = 45°$, essayons d'abord $z = 0,9990 = \cos 2° : 33'$, on a $\sqrt{(1 - zz)} = 0,0445$. Donc A. sin $z = 182° : 33'$, (je fais dans ce cas-ci l'arc cos z plus grand que la demi-circonférence, parce qu'autrement on trouve après la réduction z plus grand que l'unité, ce qui est absurde) ce qui donne A. cos z — A. sin $a = 137° : 33'$ $= \dfrac{10087}{4200}$ parties du rayon, & $n = 1 + \dfrac{a}{\sqrt{(1 - zz)}} = 16,89$.

De là on trouve $z = z - \dfrac{0,0079}{16,89} = z - 0,00046$ $= 0,9990 - 0,00046 = 0,99854 = \cos 3° : 6'$, ce qui rend l'arc Qq de $138° : 6'$, on auroit une valeur encore plus approchée en faisant une seconde supposition de $z = 0,99854$.

§. 8. Pour connoitre maintenant, si le point q tombe en deçà du point a, c'est à dire dans la demi-circonférence AQa, ou bien dans l'autre, au delà de a, comme dans la figure, afin de déterminer

si A. cos$z$ est plus grand ou plus petit que le demi-cercle, il faut chercher ce que doit être la quantité a, *c.a.d.* où doit tomber le point Q pour que q tombe en a. Mettons pour cela $z = 1$ dans notre équation qui deviendra $1 + \sqrt{(1 - aa)} = a\,(\tfrac{1}{2}\text{Circ.} - \text{A sin}\,a)$ ou $a = \dfrac{1 + \sqrt{(1 - aa)}}{\tfrac{1}{2}\text{Circ.} - \text{A. sin}\,a}$, & tirons en la valeur de a. Qu'on essaye d'abord $a = \sqrt{\tfrac{1}{2}} = 0{,}7071$, alors $\tfrac{1}{2}$ Circ. — A. sin a. $= 135° = \tfrac{33}{14}$. Donc $a = \dfrac{1{,}7071}{\tfrac{33}{14}} = 0{,}7242 = \sin 46° : 24'$, si on substitue cette nouvelle valeur, on trouvera $a = 0{,}7243 = \sin 46° : 25'$.

Puis donc que dans l'exemple ci-dessus, pour $a = \sin 45°$, le point q tombe au delà de a, & que nous venons de voir que si $a = \sin 46° : 25'$, le point q tombe en a, on peut en conclure que si a est plus petit que sin 46° : 25', le point q tombera au delà de a, & qu'au contraire il tombera en déçà, si a est plus grand que sin 46° : 25'. Donc, dans la formule où $n = 1 \pm \dfrac{a}{\sqrt{(1 - zz)}}$, il faudra prendre le signe + si $a < \sin 46° : 25'$, & le signe — si $a > \sin 46° : 25'$.

On peut de même chercher quelle doit être la valeur de a pour que le point q tombe en B, l'équation devient alors $a = \dfrac{\sqrt{(1 - aa)}}{\tfrac{3}{4}\text{Cir.} - \text{A sin}\,a}$, & après deux ou trois suppositions, on trouve à peu près $a = 0{,}2171 = \sin 12° : 32'$, & si on fait a plus petit, le point q tombera entre les points A & B.

§. 9. Il faut donc se représenter trois différens cas, qui demandent chacun une formule différente :

1°. L'arc AQ étant plus petit que 12° : 32′, la formule eſt:

$$z = z - \frac{z - \sqrt{(1 - aa)} + a\,(\text{A.} \cos z - \text{A.} \sin a)}{n = 1 - \frac{a}{\sqrt{(1 - zz)}}},$$

& l'arc coſ z ſera plus grand que $\frac{3}{4}$ circ. ou que 270 deg.

2°. AQ étant plus grand qua 12° : 32′ & plus petit que 46° : 25′, la formule ſera

$$z = z - \frac{z + \sqrt{(1 - aa)} - a\,(\text{A.} \cos z - \text{A.} \sin a)}{n = 1 + \frac{a}{\sqrt{(1 - zz)}}},$$

& l'arc coſ z ſera entre 180 & 270 deg.

3°. Enfin AQ étant un arc plus grand que 46° : 25′, la formule eſt

$$z = z - \frac{z + \sqrt{(1 - aa)} - a\,(\text{A.} \cos z - \text{A.} \sin a)}{n = 1 - \frac{a}{\sqrt{(1 - zz)}}},$$

& l'arc coſ z ſera plus petit que 180 deg.

Je me ſuis ſervi de ces formules pour former la petite table ſuivante, qui contient différentes déterminations de l'arc Qq.

Si	ou	on trouve	& l'arc
AQ = 0°	a = 0,0000	z = 1,0000 = coſ 360°	Qq = 360°
= 10°	= 0,1736	= 0,1685 = coſ 279° : 42′	= 269° : 42′
= 12° : 32′	= 0,2171	= 0,0000 = coſ 270°	= 257° : 28′
= 20°	= 0,3420	= 0,4090 = coſ 245° : 51′	= 225° : 51′
= 27° : 32′	= 0,4622	= 0,7071 = coſ 25°	= 197° : 28′
= 30°	= 0,5000	= 0,7811 = coſ 218° : 38′	= 188° : 38′
= 40°	= 0,6428	= 0,9681 = coſ 194° : 30′	= 154° : 30′
= 45°	= 0,7071	= 0,9985 = coſ 183° : 6′	= 138° : 6′
= 46° : 25′	= 0,7243	= 1,0000 = coſ 180°	= 133° : 35′
= 50°	= 0,7660	= 0,9907 = coſ 72° : 12′	= 122° : 12′
= 60°	= 0,8660	= 0,8730 = coſ 150° : 48′	= 90° : 48′
= 67° : 37′	= 0,9246	= 0,7071 = coſ 135°	= 67° : 23′
= 80°	= 0 9848	= 0,3365 = coſ 109° : 40′	= 29° : 40′
= 90°	= 1,0000	= 0,0000 = coſ 90°	= 0° : 0′.

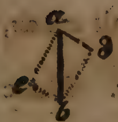
§. 10.

§. 10. En examinant cette table, on peut voir que l'arc Qq diminue à meſure que l'arc AQ augmente, & que ſi l'on prend pluſieurs de ces arcs AQ en progreſſion arithmétique, les valeurs de Qq correſpondantes ne s'écarteront pas beaucoup de former auſſi une progreſſion arithmétique.

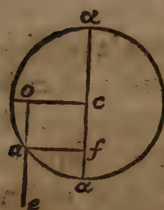
L'arc KL qui porte l'eau étant $= \frac{1}{g} Qg$; ſi la vis eſt donnée, c'eſt à dire que g ſoit déterminé, & qu'il ne s'agiſſe que de donner au cylindre une certaine inclinaiſon, il eſt évident que l'augmentation de f en produira une dans la quantité a qui eſt $= \frac{f\sqrt{(1-gg)}}{g\sqrt{(1-ff}}$ & par conſéquent une diminution dans l'arc Qq, en ſorte que le reſte étant d'ailleurs égal, plus l'angle du cylindre avec l'horizon ſera grand, plus l'arc hydrofore ſera petit. Mais, ſi cet angle d'inclinaiſon du cylindre eſt donné, & que ce ſoit la quantité g qui reſte à déterminer, on trouvera aiſément que, plus l'angle dont g eſt le ſinus ſera grand, plus auſſi la quantité $\frac{1}{g} Qq$ ou l'arc LMK ſera grand.

§. 11. Après avoir déterminé dans les §. §. précédens, la longueur de l'arc LMK, qui contient la plus grande quantité d'eau que la vis puiſſe fournir dans une révolution du cylindre, il eſt néceſſaire de chercher à préſent, quelle eſt la puiſſance réquiſe pour faire tourner le cylindre, ou pour faire équilibre au poids de l'eau contenue dans un de ces arcs, qui ſans cela le feroit tourner en ſens contraire, & couleroit jusqu'au bas; je réſoudrai ce probleme, en ſuppoſant d'abord qu'au lieu d'eau, il y ait un corps ſolide p placé en M dans l'endroit le plus bas de l'arc LMK. Soit π la puiſſance cherchée, que je ſuppoſe appliquée à la circonférence du cylindre, & agiſſant ſelon la tangente, c'eſt à dire ſur un levier dont la longueur eſt r.

Que



Que l'on repréſente l'action de p par une ligne verticale ab, qu'il faudra décompoſer en deux autres repréſentées par les lignes ad, ae, qui ſont dans un même plan vertical & parallele à l'axe du cylindre, l'une ad parallele à l'axe, & par conſéquent inutile pour faire tourner le cylindre, & l'autre ae dans un plan perpendiculaire à l'axe. on trouvera cette derniere en diſant ſin Tot : ſin $cba = p$: $ae = \frac{\text{ſin } cba}{\text{ſin Tot.}} p = p\sqrt{(1-ff)}$.



Soit $\alpha a \alpha$ une ſection circulaire du cylindre parallele à la baſe, & paſſant par le plus bas point de la vis en a, le même que M de la figure premiere & ſon diametre $\alpha\alpha$ parallele à Aa, on voit que cette puiſſance ae agit ſur un levier af ou oc qui eſt le ſinus de l'arc AP (fig. 1.) répondant au point le plus bas, & que nous avons trouvé ci-deſſus (§. 7.) égal à $\frac{f}{g} \frac{\sqrt{(1-gg)}}{\sqrt{(1-ff)}} r$. Donc l'effort du poids pour faire tourner le cylindre ſera exprimé par $\frac{f\sqrt{(1-gg)}}{g} r\, p$, qu'il faut égaler à l'effort $r\pi$ de la puiſſance qui lui fait équilibre, d'où l'on tirera $\pi = \frac{f\sqrt{(1-gg)}}{g} p$ ou $p : \pi = 1 : \frac{f}{g}\sqrt{(1-gg)}$. Planche 2.

§. 12. On pouvoit parvenir au même réſultat d'une autre maniere, en conſidérant que lorſqu'il y a équilibre entre deux puiſſances, elles ſont toujours entr'elles réciproquement comme le chemin qu'elles peuvent parcourir dans un même tems infiniment petit ; or nous avons vû

P (§. 5.)

(§. 5.) que lorsque le cylindre tourne d'une quantité égale au petit arc dx, le corps sera élevé par là de la quantité $\frac{\sqrt{(1-gg)}}{g} f\,dx$. Donc la puissance π est à la résistance p réciproquement comme le chemin dx au chemin $\frac{\sqrt{(1-gg)}}{g} f\,dx$, c'est à dire $p : \pi = 1 : \frac{f}{g}\sqrt{(1-gg)}$; Ceci est une preuve bien évidente de la justesse de nos principes & de nos calculs.

§. 13. Si l'arc LMK est rempli d'eau, on trouvera la puissance π qui lui fait équilibre, par une solution un peu différente de celle du §. 11. parce que le poids n'est pas concentré dans un seul point M, comme il l'étoit dans le cas du corps solide, mais qu'il est distribué dans tout l'arc LMK; il est aisé de prévoir en faisant le même raisonnement qu'au §. précédent, que l'on doit parvenir au même résultat, c'est à dire trouver $P : \pi = 1 : \frac{f\sqrt{(1-gg)}}{g}$ (en appellant P le poids de toute l'eau contenue dans l'arc LMK) ce qui donne $\pi = \frac{\sqrt{(1-gg)}}{g} fP$; je vai en donner la démonstration tirée des mêmes principes dont je me suis servi dans le §. 11.

Soit p le poids d'une portion du canal dont la longueur $= r$. Que l'on prenne un arc quelconque ALM de la vis, auquel réponde l'abcisse AP $= x$. Soit AN $= y$, alors $\frac{1}{g} p\,dx$ sera le poids de l'eau contenue dans l'élément Mm (§. 7.) & l'effort de ce poids sera par

par ce que nous avons vu (§. 11.) égal à $\frac{\sqrt{(1-ff)}}{g} p\,dx.\ \sin x$ $= \frac{\sqrt{(1-ff)}}{g} p\,dy$ $\left(\text{parce que } dx = \frac{dy}{\sin x}\right)$, & $\frac{\sqrt{(1-ff)}}{g} py$ sera l'effort d'une portion ALM du canal pleine d'eau. Mais, comme l'eau ne va que jusqu'en L, l'effort de la portion LM sera $= \frac{\sqrt{(1-ff)}}{g} p.\ (GN)$. Donc l'effort de toute l'eau contenue en LMK sera $= \frac{\sqrt{(1-ff)}}{g} p\ (Gg)$, ce qui donnera la puissance $\pi = \frac{\sqrt{(1-ff)}}{g} p\,(Gg) = \frac{\sqrt{(1-ff)}}{g} p\ (\sqrt{(1-aa)} \pm z)$ en prenant pour a & z les mêmes significations que dans le §. 7. le signe + servira si a > sin 12° : 32', & la quantité z sera déterminée au moyen des formules que l'on a données dans ce §. 7.

Il est aisé de voir que les deux expressions $\frac{\sqrt{(1-gg)}}{g} f\ P$, & $\frac{\sqrt{(1-ff)}}{g} p\,(Gg)$ sont absolument la même chose, comme nous l'avons dit ci-dessus, car on a la proportion suivante

$$1 : p = \frac{1}{g} Qq : P.\ \text{donc } P = \frac{1}{g} p\,(Qq) = \frac{1}{g} p \frac{g\sqrt{(1-ff)}}{f\sqrt{(1-gg)}} (Gg)\ (\S.7.)$$

§. 14. Puisque la longueur de l'arc LMK, & la puissance π capable de faire équilibre au poids de l'eau contenue dans ce canal, dépendent des quantités g & f, on pourroit croire qu'il y a peut être une

inclinaiſon à donner au canal & au cylindre, pour produire le plus grand effet, c'eſt à dire pour élever la plus grande quantité d'eau, en employant la moindre puiſſance poſſible, indépendamment des frottemens & autres obſtacles, mais je vai faire voir que l'effet de la vis, qui eſt directement proportionnel à la quantité d'eau montée dans un tour, & inverſement comme la puiſſance capable de la faire monter, ſera le même pour quelque valeur qu'on donne à g & à f; car la quantité d'eau eſt proportionnelle à $\frac{1}{g}$ (A. coſz — A. ſin a) (§. 7.) & la puiſſance $\pi = \frac{V(1-ff)}{g} p\ (V(1-aa) \pm z)$ doit être multipliée par le nombre des arcs LK, ou des pas de la vis, pour avoir la puiſſance qui fait tourner le cylindre chargé dans chaque tour. Or, ſi h eſt la hauteur où l'eau doit monter, la diſtance des pas de la vis étant (§. 2.) $= \frac{m}{n} rc = \frac{V(1-gg)}{g} rc$, leur nombre ſera $= \frac{g}{fV(1-gg)} \cdot \frac{h}{rc}$, & la puiſſance cherchée ſera $= \frac{V(1-ff)}{fV(1-gg)} p\ (V(1-aa) \pm z))$; donc l'effet de la vis ſera exprimé par

$$\frac{\frac{1}{g}\ (\text{A. cos}z - \text{A. sin}\,a)}{\frac{V(1-ff)}{fV(1-gg)}\ (V(1-aa) \pm z)} = \frac{a(\text{A. cos}z - \text{A. sin}\,a)}{V(1-aa) \pm z}$$

quantité conſtante, puiſque z doit être déterminée par cette équation a(A. coſz — A. ſin$a$) $= V(1-aa) \pm z$. En ſorte que l'on peut changer à volonté & l'inclinaiſon du cylindre, & l'inclinaiſon de

la

la vis ſur le cylindre, ſans changer en aucune façon le rapport de la quantité d'eau élevée, à la puiſſance néceſſaire pour tourner la vis; la hauteur h demeurant la même.

§. 15. Si Q eſt le poids de l'eau que l'on peut élever à la hauteur h par un tour de la vis, c'eſt à dire pour un chemin de la puiſſance égal à cr, cette puiſſance requiſe ſera $= \frac{h}{rc} Q$. Or, ſi l'on a un plan incliné dont la longueur ſoit $= rc$, & la hauteur $= h$, c'eſt à dire qui faſſe avec l'horizon un angle dont le ſinus ſoit $= \frac{h}{rc}$, & que l'on veuille par le moyen de ce plan, élever un poids Q, la puiſſance néceſſaire ſe trouve être auſſi $= \frac{h}{rc} Q$, & fera le même chemin que celle qui eſt appliquée à la vis. D'où l'on voit que la vis d'Archimede demande exactement la même puiſſance pour faire monter l'eau, que ſi l'on ſe ſervoit d'un ſimple plan incliné, auquel toutes les machines peuvent ſe rapporter; en ſorte qu'elle ne fait rien de plus qu'une autre machine quelconque, ſi on les conſidére ſeulement dans la théorie, & que l'on faſſe abſtraction des frottemens & autres obſtacles accidentels qui ſurviennent dans la pratique; ce qui peut ſervir à déſabuſer ceux qui croyent que cette vis a la proprieté particuliere d'élever avec une moindre puiſſance, & dans un moindre tems, plus d'eau que les autres machines.

§. 16. Après avoir conſidéré la vis d'Archimede dans la pure théorie, & avoir vu qu'elle eſt dans le même cas de toutes les autres machines, nous devons étendre nos recherches juſques dans la pratique, où, comme nous l'avons déjà dit, il ſurvient des obſtacles qui abſorbent une partie de la puiſſance motrice; en l'employant à des effets

inutiles & non essentiels, ce qui fait que cette machine devient un peu susceptible de perfection, & c'est à quoi nous devons maintenant travailler, en examinant quels sont ces obstacles, & quels seroient les moyens de les diminuer.

1°. Le plus considérable provient du frottement, causé par le poids de toute la machine dans les deux endroits ou elle doit être soutenue, savoir les deux extrémités du cylindre, par le moyen de tourillons qui doivent s'appuyer & tourner, celui d'enbas dans une crapaudine, & celui d'enhaut dans une espece de collet ou d'anneau. Or, si l'on a attention de faire la machine aussi légére qu'il est possible, de diminuer les surfaces frottantes, & de les rendre très polies, on sent aisément qu'on parviendra par là à rendre le frottement moins considérable. Mais tous les différens moyens de diminuer le frottement sont trop connus pour que je m'étende davantage là dessus.

2°. L'application de la puissance motrice à la machine est encore souvent une cause de diminution dans son effet, lorsque cette puissance est de nature à ne pouvoir pas y être appliquée immédiatement, & qu'on est obligé alors de rendre la machine plus composée, en y faisant des additions qui ne peuvent qu'augmenter le frottement. La façon la plus simple de faire mouvoir la vis d'Archimede est par le moyen d'une manivelle à laquelle plusieurs personnes peuvent être appliquées: mais, si au lieu d'hommes, on vouloit se servir de boeufs ou de chevaux, cela ne suffiroit pas, on ne peut pas les appliquer à une simple manivelle, il faudroit nécessairement y ajouter quelque nouvelle piéce, comme par exemple un rouet & une lanterne, pour changer la direction de la puissance; & l'effet en seroit diminué. En général, plus une machine est simple, plus son effet sera considérable, toutes choses d'ailleurs égales, & la vis d'Archimede est assez recommendable à cet égard.

Une

Une attention qu'il faut avoir dans toutes les machines qui doivent être mises en mouvement par des hommes ou des animaux, est de faire en sorte qu'ils puissent exercer leur force de la maniere qui leur est la plus commode & la plus naturelle: ils en sont moins fatigués, & deviennent par là capable de continuer leur travail plus longtems.

§. 17. Quoiqu'il soit indifférent dans la théorie, quelle valeur l'on donne aux quantités g & f (§. 14.) il ne faut pas croire qu'elles soyent parfaitement arbitraires dans la pratique: il y a plusieurs considérations à faire qui serviront à les déterminer. Comme les frottemens proviennent principalement du poids de la machine elle-même, qui est plus considérable que celui de l'eau dont elle est chargée, ce qui fait que ces frottemens ne varient pas beaucoup, soit que la quantité d'eau soit plus ou moins grande, il y aura de l'avantage à augmenter cette quantité d'eau. Il faudroit pour cet effet rendre g très grand, & f très petit, car nous avons vu (§. 16.) que par ce moyen l'arc hydrofore LMK étoit rendu plus grand; mais il en résulte aussi des inconvéniens, surtout pour f; car en faisant cette quantité fort petite, on ne pourra élever l'eau qu'à une très petite hauteur, puisque cette hauteur est toujours proportionnelle à f. *Vitruve* fait cet angle dont f est le sinus, de 45 degrès, mais je crois qu'à cet égard il faut consulter les circonstances, & faire cet angle plus ou moins grand, suivant la hauteur à laquelle on est obligé de faire monter l'eau. J'ajouterai encore que, plus le cylindre est vertical, moins il sera difficile de soutenir le poids de toute la machine.

Quant à l'angle dont g est le sinus, il paroit qu'il n'y a aucun obstacle à le faire très grand: on se met par là dans la possibilité d'augmenter la valeur de f, qui doit toujours être plus petite que g, (§. 4.) *Vitruve* ne le fait cependant que de 45 degrés, d'autres le font plus grand, De tout cela il résulte qu'il vaudroit peut-être mieux faire

l'an-

l'angle *bas* plus grand que de 45 deg. mais au contraire rendre BAL dont *g* eſt le Coſinus, beaucoup plus petit, même au deſſous de 10 degrés.

§. 18. Comme l'eau occupe toujours des arcs de la vis ſéparés les uns des autres, & qu'il eſt impoſſible qu'elle rempliſſe tout le canal, ſans laiſſer d'intervalles entre ſes différentes portions, il faut prendre garde qu'il n'y ait aucun obſtacle à cette ſéparation de l'eau, ce qui pourroit facilement arriver, par le manque d'introduction de l'air extérieur par l'extremité inférieure du canal. Il faut donc avoir égard à la quantité dont la baſe du cylindre doit être plongée dans l'eau, & éviter qu'elle y ſoit totalement, ce qui empêcheroit l'air d'entrer dans le canal: mais d'un autre côté, il faut qu'elle ſoit aſſez plongée, pour que l'arc de la vis capable de retenir l'eau, puiſſe ſe remplir entierement, autrement chaque révolution du cylindre ne donneroit pas toute la quantité d'eau qu'il eſt capable de donner, il n'en donneroit même point du tout, ſi la ſurface de l'eau dans lequel il eſt plongé, n'atteint pas le point P qui répond au point M, le plus bas, de l'arc LMK; ainſi donc la quantité d'immerſion, pour faire le plus grand effet poſſible, & pour éviter l'inconvénient dont nous venons de parler, ſera jusqu'à ce que la ſurface atteigne le point Q de la baſe, qui répond au point L le plus haut, en ſorte que la corde 2GQ de la partie de la baſe qui eſt hors de l'eau doit être égale à $2a$, ou $2\frac{f\sqrt{(1-gg)}}{g\sqrt{(1-ff)}}$.

Donnons un exemple:

Soit $f = \sin 65° = 0,9063$, & $g = \sin 77°:50' = 0,9775$, on aura $a = 0,4622 = \sin 27°:32'$, ce qui rend l'arc de la baſe, qui doit être hors de l'eau, d'environ 55 degrés, & celui qui doit être plongé, de 305 degrés, & par l'inſpection de la tabelle (§. 9.) on trouve

l'arc

l'arc Qq de $197\frac{1}{2}$ degrés, ce qui fait environ les cinq neuviemes de la circonférence, en ſorte que l'arc LMK qui eſt rempli d'eau ſera les $\frac{5}{9}$ de l'arc entier AMDC, & ſa longueur ſera à peu près de trois fois & demi le rayon de la baſe: & ſi P eſt le poids de toute l'eau contenue dans cet arc, la puiſſance néceſſaire pour faire tourner le cylindre ſera $= \frac{7}{44} \frac{h}{r}$ P.

§. 19. Il ne reſteroit plus qu'à confirmer tout ce que nous avons dit, par des expériences qui ſeront très utiles pour déterminer la proportion qu'il y a entre les forces mouvantes, employées à faire tourner la machine, & l'effet qui en réſultera, pour établir par là quelle eſt la portion de ces forces, qui eſt employée à des effets inutiles, & voir ſi dans la pratique, la vis d'Archimede a réellement des avantages ſur les autres machines dont l'on ſe ſert pour le même uſage. Cet examen demande la connoiſſance des forces de l'homme, c'eſt à dire de l'effet qu'il peut produire par ſon travail, effet qui peut & doit toujours être réduit à une certaine maſſe, élevée dans un certain tems, à une certaine hauteur. Il paroit par un très grand nombre d'obſervations qu'un homme appliqué à un travail qu'il puiſſe ſoutenir pendant 8 heures par jour, fera un effet équivalent à celui d'élever un poids d'environ 60 livres à la hauteur d'un pied pendant chaque ſeconde de tems, & que, ſi ſon travail eſt tel qu'il ne puiſſe le ſoutenir que pendant 4 heures par jour, l'effet qu'il produira ſera à peu près le double, en ſorte qu'on peut conclure que, de quelque eſpece que ſoit le travail, des fatigues égales donnent à peu près des effets égaux. On tire encore des mêmes obſervations, que la fatigue d'un homme appliqué à un travail quelconque, ſuit la raiſon compoſée de la preſſion qu'il exerce, de la viteſſe de ſon point d'appuy, & du tems pendant lequel il agit; pourvu qu'on ne donne pas à ce prin-

cipe une trop grande étendue & qu'on ne ſorte pas hors de certaines limites. Cela étant poſé, il ſera aiſé de voir par le réſultat des expériences, combien l'effet de la vis différera de celui que nous venons d'établir; &, s'il ne s'en écarte pas beaucoup, cette machine ſera auſſi bonne & auſſi parfaite qu'il eſt poſſible de l'eſpérer.

Ces expériences n'ont rien de difficile: dans l'exécution elles demandent ſeulement d'être faites en grand, & répétées pluſieurs fois. Je les aurois entrepriſes, ſi je n'euſſe pas été preſſé par le terme du tems preſcrit pour l'envoi des Mémoires, qui eſt très près de ſon expiration.

J'eſpére que les illuſtres Savans à qui j'ai l'honneur de préſenter ce Mémoire, voudront bien avoir quelque indulgence pour la maniere dont il eſt écrit; heureux, ſi je puis me flatter d'avoir rempli leur attente pour l'eſſentiel, & mériter leur approbation!

F I N.



DISSERTATIONS

ſur des Queſtions académiques qui ſe trouvent

CHEZ HAUDE ET SPENER

à Berlin.

Diſſertation ſur la cauſe de l'Electricité des Corps & des Phénomenes qui en dépendent, par Mr. Waitz, 4. 1745. 14 Gr.

— — ſur la cauſe générale des vents, par Mr. d'Alembert avec les piéces qui ont concouru, 4. 1747. 16 Gr.

— — ſur le Syſteme des Monades, avec les piéces qui ont concouru, 4. 1748. 1 Thlr. 16 Gr.

— — ſur les progrés des armes Romaines en Allemagne, avec les piéces qui ont concouru, 4. 1751. 16 Gr.

— — ſur la génération du nitre, 4. 1750. 8 Gr.

— — ſur la réſiſtance des Fluides, 4 1752. 6 Gr.

— — ſur les Evénemens fortuits, avec les piéces qui ont concouru, 4. 1751. 16 Gr.

— — ſur les anciens Habitans des Marches, avec les piéces qui ont concouru, 4. 1753. 8 Gr.

— — ſur le principe de l'action des muſcles, avec les piéces qui ont concouru, 4. 1753. 12 Gr.

— — ſur l'Optimisme, avec les piéces qui ont concouru, 4. 1755. 8 Gr.

— — ſur le mouvement diurne de la Terre, 4. 1756. 6 Gr.

— — ſur la queſtion de l'influence du langage ſur les opinions, & des opinions ſur le langage, avec les piéces qui ont concouru, 4. 1760. 16 Gr.

— — ſur la nature, les eſpeces, & les degrés de l'Evidence, par Moſes Mendelſohn, avec les piéces qui ont concouru, 4. 1764. 16 Gr.

— — ſur la Topographie ancienne de la Marche de Brandebourg, par Mr. Buchholtz, 4. 1764. 6 Gr.

— — ſur l'Epoque de la ſouveraineté des Papes en Italie, par Mr. Sabbathier, 4. 1764. 5 Gr.

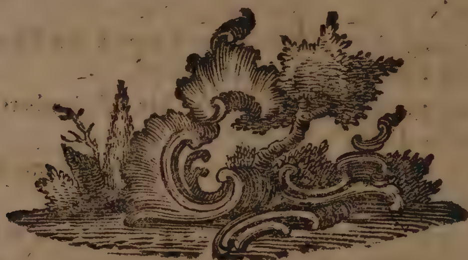
Diſſer-

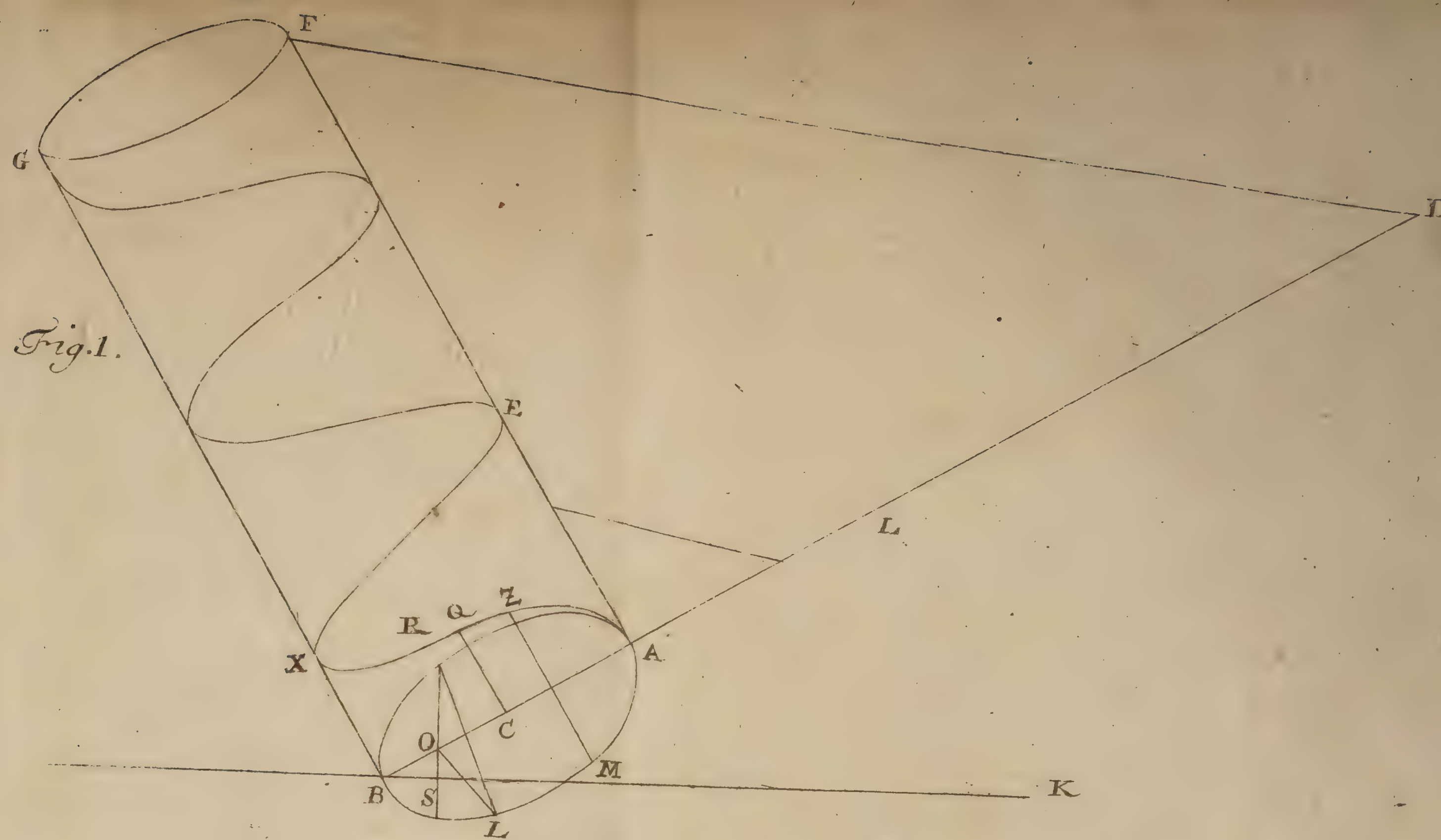
Dissertation sur le son & sur l'ouïe par Mr. Beltz, 4. 1764. 12 Gr.

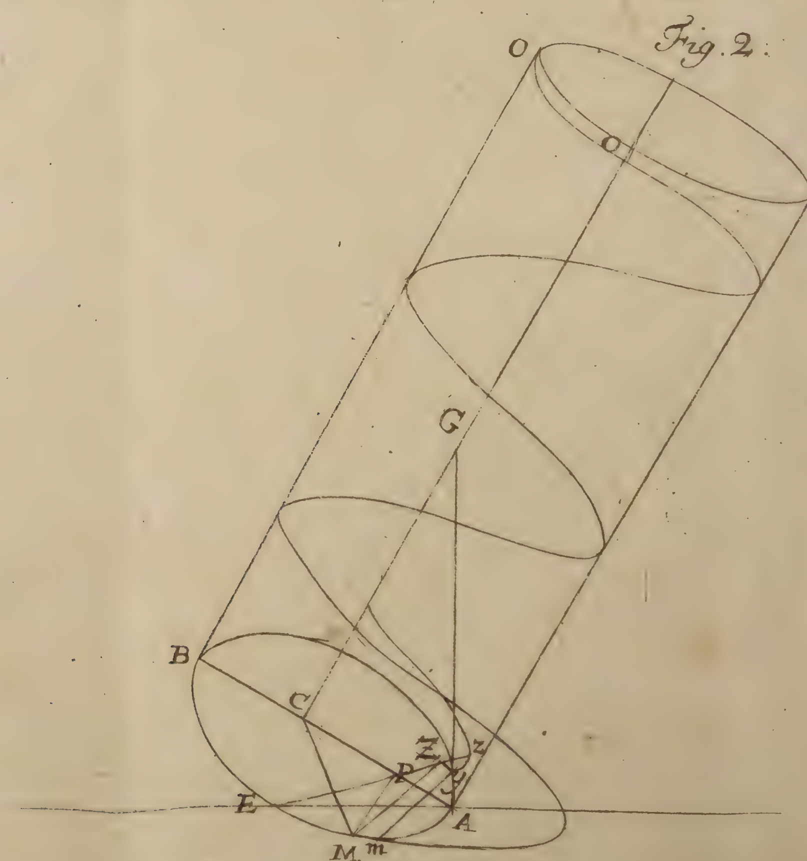
— — sur la meilleure construction des Fours, pour bien cuire des briques, la chaux, & les ouvrages de poterie, tant pour épargner le Bois, que pour avoir une cuite égale dans les différens endroits du Four, avec fig. par Mr. Baussan du Bignon, 4, 1766. 10 Gr.

— — Eben dasselbe Buch deutsch, mit Kupfern, 4. 1766. 10 Gr.

J. P. Baumers Beschreibung eines zu Ersparung des Holtzes eingerichteten Stuben-Ofens, mit Kupfern, 4. 1765. 10 Gr.







Vis d'Archim. Pl. 1re.

Vis d'Archim. Pl. 2e.

Collard & Leyfour

PP B Brand

F D

12/1/72